

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 464 533 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 91110307.5

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **C07K 15/06, C12N 15/62,  
A61K 37/02, A61K 39/395**

(22) Anmeldetag: 22.06.91

(30) Priorität: 28.06.90 DE 4020607

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
08.01.92 Patentblatt 92/02

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE

(71) Anmelder: **BEHRINGWERKE  
Aktiengesellschaft  
Postfach 1140  
W-3550 Marburg 1(DE)**

Anmelder: **THE GENERAL HOSPITAL  
CORPORATION  
Fruit Street (Bar-3)  
Boston, MA 02114(US)**

(72) Erfinder: **Lauffer, Leander, Dr.  
Walter-Voss-Weg 4  
W-3550 Marburg(DE)  
Erfinder: Oquendo, Patricia, Dr.  
Walter-Voss-Weg 4  
W-3550 Marburg(DE)  
Erfinder: Zettlmeissl, Gerd, Dr.  
Am Hofacker 15  
W-3551 Lahntal-Grossfelden(DE)  
Erfinder: Seed, Brian, Dr.  
Fruit Street, Wellmann Bldg.  
Boston, Massachusetts 02114(DE)**

(74) Vertreter: **Aulmich, Gerhard et al  
Hoechst AG Zentrale Patentabteilung  
Postfach 80 03 20  
W-6230 Frankfurt am Main 80(DE)**

(54) **Fusionsproteine mit immunglobulinanteilen, ihre Herstellung und Verwendung.**

EP 0 464 533 A1

(57) Die Erfindung betrifft gentechnisch erzeugte lösliche Fusionsproteine bestehend aus nicht zur Immunglobulinfamilie gehörigen humanen Proteinen oder Teilen davon und verschiedenen Anteilen der konstanten Region von Immunglobulinmolekülen. Die funktionellen Eigenschaften beider Fusionspartner bleiben überraschenderweise im Fusionsprotein erhalten.

Die Erfindung betrifft gentechnisch erzeugte lösliche Fusionsproteine bestehend aus nicht zur Immunglobulinfamilie gehörigen humanen Proteinen oder Teilen davon und verschiedenen Anteilen der konstanten Region von Immunglobulinmolekülen. Die funktionellen Eigenschaften beider Fusionspartner bleiben überraschenderweise im Fusionsprotein erhalten.

Aus der EP-A 0325 262 und der EP-A 0314 317 sind entsprechende Fusionsproteine bestehend aus verschiedenen Domänen des CD4-Membranproteins menschlicher T-Zellen und aus humanen IgG1-Anteilen bekannt. Einige dieser Fusionsproteine binden mit gleicher Affinität an das Glykoprotein gp120 des Humanen Immundefizienz-Virus wie das zellgebundene CD4 Molekül. Das CD4-Molekül gehört zur Immunglobulinfamilie und ist folglich bezüglich seiner Tertiärstruktur sehr ähnlich aufgebaut wie Immunglobulinmoleküle. Dies gilt auch für die  $\alpha$ -Kette des T-Zell-Antigenrezeptors, für die solche Fusionen ebenfalls beschrieben wurden (Gascoigne et al., Proc. Natl. Acad. Sci. USA, Bd. 84 (1987), 2937-2940). Aufgrund der sehr ähnlichen Domänenstruktur war deshalb in diesem Fall die Beibehaltung der biologischen Aktivität der beiden Fusionspartner im Fusionsprotein zu erwarten.

Die erfindungsgemäß vorzugsweise an den Aminotermius der konstanten Region von Immunglobulin gekoppelten humanen Proteine gehören nicht zur Immunglobulinfamilie und sind folgenden Klassen zuzuordnen: (i) membranständige Proteine, deren extrazelluläre Domäne ganz oder teilweise in die Fusion eingebracht wird. Insbesondere sind dies Thromboplastin und Cytokin- und Wachstumsfaktorrezeptoren, wie die zellulären Rezeptoren für Interleukin-4, Interleukin-7, Tumor-Nekrose-Faktor, GM-CSF, G-CSF, Erythropoietin; (ii) nicht membranständige lösliche Proteine, die ganz oder teilweise in die Fusion eingebracht werden. Insbesondere sind dies Proteine von therapeutischem Interesse wie z.B. Erythropoietin und andere Cytokine und Wachstumsfaktoren.

Die Fusionsproteine können in bekannten pro- und eukaryontischen Expressionssystemen hergestellt werden, vorzugsweise jedoch in Säugerzellen (z.B. CHO-, COS-, BHK-Zellen).

Die erfindungsgemäßen Fusionsproteine sind aufgrund ihres Immunglobulinanteils mittels Affinitätschromatographie leicht zu reinigen und besitzen verbesserte pharmakokinetische Eigenschaften in vivo.

In vielen Fällen ist der Fc-Teil im Fusionsprotein für den Einsatz in Therapie und Diagnostik durchaus vorteilhaft und führt so z.B. zu verbesserten pharmakokinetischen Eigenschaften (EP-A 0232 262). Andererseits wäre für manche Anwendungen die Möglichkeit einer Entfernung des Fc-Teils wünschenswert, nachdem das Fusionsprotein

auf die beschriebene vorteilhafte Art exprimiert, nachgewiesen und gereinigt wurde. Dies ist dann der Fall, wenn sich der Fc-Anteil für den Einsatz in Therapie und Diagnostik als hinderlich erweist, z.B. wenn das Fusionsprotein als Antigen für Immunisierungen dienen soll.

Es existieren verschiedene Proteasen, deren Verwendung für diesen Zweck als denkbar erscheint. Papain oder Pepsin werden beispielsweise für die Erzeugung von F(ab)-Fragmenten aus Immunglobulinen eingesetzt (Immunology, Hrsg. Roitt, I. et al., Gower Medical Publishing, London (1989)), jedoch spalten sie nicht sonderlich spezifisch. Der Blutgerinnungsfaktor Xa hingegen erkennt in einem Protein die relativ seltene Tetrapeptidsequenz Ile-Glu-Gly-Arg und führt eine hydrolytische Spaltung des Proteins nach dem Argininrest durch Spaltsequenzen, die das beschriebene Tetrapeptid enthalten, wurden zuerst von Nagai und Thogersen in ein Hybridprotein auf gentechnologischem Wege eingeführt (Nagai, K. und Thogersen, H.C., Nature, Bd. 309 (1984), 810-812). Diese Autoren konnten zeigen, daß die in E. coli exprimierten Proteine tatsächlich spezifisch von Faktor Xa gespalten werden. Aus Publikationen ist jedoch noch kein Beispiel bekannt, daß solche Proteine auch in eukaryotischen und insbesondere in Animalzellen exprimiert und nach ihrer Reinigung von Faktor Xa gespalten werden können. Eine Expression der erfindungsgemäßen Proteine in Animalzellen ist jedoch vorzuziehen, da nur in einem solchen Zellsystem die Sezernierung von z.B. normalerweise membranständige Rezeptoren als Fusionspartner unter Beibehaltung ihrer nativen Struktur und damit ihrer biologischen Aktivität zu erwarten ist. Sezernierung in den Zellkulturüberstand erleichtert die nachfolgende einfache Reinigung des Fusionsproteins.

Die Erfindung betrifft somit gentechnisch erzeugte lösliche Fusionsproteine bestehend aus nicht zur Immunglobulinfamilie gehörenden humanen Proteine oder Teilen davon und verschiedenen Anteilen der konstanten Regionen von schweren oder leichten Ketten von Immunglobulinen verschiedener Subklassen (IgG, IgM, IgA, IgE). Als Immunglobulin bevorzugt ist der konstante Teil der schweren Kette von humanem IgG, besonders bevorzugt von humanem IgG1, wobei die Fusion an den Hinge-Bereich erfolgt. In einer besonderen Ausführungsform ist der Fc-Teil durch eine miteinander gebaute mittels Faktor Xa spaltbare Spaltsequenz auf einfache Weise abtrennbar.

Ferner betrifft die Erfindung Verfahren zur gentechnischen Herstellung dieser Fusionsproteine sowie deren Verwendung für die Diagnostik und die Therapie.

Die Erfindung ist schließlich in weiteren Beispielen erläutert.

### Beispiel 1: Thromboplastin-Fusionsproteine

Die Blutgerinnung ist ein Vorgang von zentraler Bedeutung im menschlichen Organismus. Entsprechend fein reguliert ist die Gerinnungskaskade, in der eine Vielzahl zellulärer Faktoren und Plasmaproteine zusammenwirken. Die Gesamtheit dieser Proteine (und deren Kofaktoren) wird als Gerinnungsfaktoren bezeichnet. Endprodukte der Gerinnungskaskade sind Thrombin, das die Aggregation von Blutplättchen (Platelets) induziert, und Fibrin, das den Plateletthrombus stabilisiert. Thrombin katalysiert die Bildung von Fibrin aus Fibrinogen und wird selbst durch limitierte Proteolyse von Prothrombin gebildet. Für diesen Schritt ist aktivierter Faktor X (Faktor Xa) verantwortlich, der in Gegenwart von Faktor Va und Calciumionen an Platemembranen bindet und Prothrombin spaltet.

Zwei Wege existieren zur Aktivierung von Faktor X, der extrinsische und der intrinsische "pathway". Im intrinsischen "pathway" wird eine Serie von Faktoren durch Proteolyse aktiviert, um jeweils selbst aktive Proteasen zu bilden. Im extrinsischen "pathway" wird Thromboplastin (Tissue Factor) von verletzten Zellen verstärkt synthetisiert und aktiviert Faktor X, zusammen mit Faktor VIIa und Calciumionen. Früher wurde angenommen, daß sich die Aktivität von Thromboplastin auf diese Reaktion beschränkt. Jedoch greift der Thromboplastin/VIIa-Komplex auf der Ebene von Faktor IX ebenfalls aktivierend in den intrinsischen "pathway" ein. Ein Thromboplastin/VIIa-Komplex ist also einer der wichtigsten physiologischen Aktivatoren der Blutgerinnung.

Es ist daher vorstellbar, daß Thromboplastin, abgesehen von seiner Verwendung als Diagnostikum (s.u.), auch als Bestandteil von Therapeutika zur Behandlung angeborener oder erworbener Blutgerinnungsdefizienzen eingesetzt werden kann. Beispiele hierfür sind chronische Hämophilien verursacht durch einen Mangel an Faktoren VIII, IX oder XI oder auch akute Störungen der Blutgerinnung als Folge von z.B. Leber- oder Nierenerkrankungen. Auch nach chirurgischen Eingriffen wäre der Einsatz eines solchen Therapeutikums denkbar.

Thromboplastin ist ein integrales Membranprotein, das nicht zur Immunglobulinfamilie gehört. Thromboplastin-cDNA-Sequenzen sind von insgesamt vier Gruppen veröffentlicht worden (Fisher et al., *Thromb. Res.*, Bd. 48 (1987), 89-99; Morrissey et al., *Cell*, Bd. 50 (1987), 129-135; Scarpati et al., *Biochemistry*, Bd. 26 (1987), 5234-5238; Spicer et al., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, Bd. 84 (1987), 5148-5152). Die Thromboplastin-cDNA beinhaltet einen offenen Leserahmen, der für ein Polypeptid aus 295 Aminosäureresten kodiert, wovon die N-terminalen 32 Aminosäuren als Signalpeptid fungieren. Reifes Thromboplastin besteht aus 263 Amino-

säureresten und besitzt eine Drei-Domänen-Struktur: i) aminoterminaler extrazellulärer Domäne (219 Aminosäurereste); ii) Transmembranregion (23 Aminosäurereste); iii) cytoplasmatische Domäne (Carboxyterminus; 21 Aminosäurereste). In der extrazellulären Domäne existieren drei potentielle Stellen für N-Glykosylierung (Asn-X-Thr). Thromboplastin ist normalerweise glykosyliert, jedoch scheint die Glykosylierung nicht essentiell für die Aktivität des Proteins zu sein (Paborsky et al., *Biochemistry*, Bd. 28 (1989), 8072-8077).

Thromboplastin wird als Zusatz zu Plasmaproben in der Gerinnungsdiagnostik benötigt. Durch die einstufige Prothrombin-Gerinnungszeitbestimmung (z.B. Quick-Test) läßt sich der Gerinnungsstatus der untersuchten Person feststellen. Das für die Diagnostik erforderliche Thromboplastin wird gegenwärtig aus humanem Gewebe gewonnen, wobei das Herstellungsverfahren schwer standardisierbar ist, die Ausbeute niedrig liegt und erhebliche Mengen humanes Ausgangsmaterial (Plazenten) bereit gestellt werden müssen. Andererseits ist zu erwarten, daß auch die gentechnische Herstellung von nativem, membrangebundenem Thromboplastin, bedingt durch komplexe Reinigungsverfahren, problematisch sein wird. Diese Problematiken können durch die erfindungsgemäße Fusion an Immunglobulinanteile umgangen werden.

Die erfindungsgemäßen Thromboplastin-Fusionsproteine werden von Säugerzellen (z.B. CHO-, BHK-, COS-Zellen) ins Kulturmedium ausgeschleust, über Affinitätschromatographie an Protein A-Sepharose gereinigt und besitzen überraschend hohe Aktivität in der einstufigen Prothrombin-Gerinnungszeitbestimmung.

### Klonierung von Thromboplastin-cDNA

Zur Klonierung der Thromboplastin-cDNA wurde die publizierte Sequenz von Scarpati et al., *Biochemistry*, Bd. 26 (1987), 5234-5238, benutzt. Hieraus wurden zwei Oligonukleotidsondenmoleküle (s. Fig.1) abgeleitet. Mit diesen beiden Sondenmolekülen wurde eine cDNA-Bank aus humaner Plazenta (Grundmann et al., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, Bd. 83 (1986), 8024-8028) abgesucht.

Es wurden verschieden lange cDNA-Klone erhalten. Ein Klon, 2b-Apr5, der für das weitere Vorgehen verwendet wird, kodiert für die gleiche Aminosäuresequenz, wie die in Scarpati et al. beschriebene cDNA. In Fig. 2 ist die Gesamtsequenz des Klons 2b-Apr5 mit der daraus abgeleiteten Thromboplastin-Aminosäuresequenz dargestellt.

Konstruktion eines für Thromboplastin-Fusionsprotein kodierenden Hybridplasmids pTF1Fc.

Das Plasmid pCD4E gamma 1 (EP 0 325 262 A2; hinterlegt bei ATCC unter der Nummer No. 67610) dient zur Expression eines Fusionsproteins aus humanem CD4-Rezeptor und humanem IgG1. Die für die extrazelluläre Domäne von CD4 kodierende DNA-Sequenz wird aus diesem Plasmid mit den Restriktionsenzymen HindIII und BamHI entfernt. Mit dem Enzym HindIII darf hierbei nur eine teilweise Spaltung durchgeführt werden, um nur bei einer der zwei in pCD4E gamma 1 enthaltenen HindIII-Stellen zu schneiden (Position 2198). Es liegt dann ein geöffneter Vektor vor, bei dem eine eukaryotische Transkriptionsregulationssequenz (Promotor) von der offenen HindIII-Stelle gefolgt wird. Die offene BamHI-Stelle liegt am Beginn der kodierenden Regionen für einen Pentapeptidlinker, gefolgt von den Hinge- und den CH2- und CH3-Domänen vom menschlichem IgG1. Der Leserahmen in der BamHI-Erkennungssequenz GGATCC ist dergestalt, daß GAT als Asparaginsäure translatiert wird. DNA-Amplifizierung mit thermostabiler DNA-Polymerase ermöglicht eine gegebene Sequenz so zu verändern, daß an eines oder beide Enden beliebige Sequenzen angefügt werden. Zwei Oligonukleotide wurden synthetisiert, die mit Sequenzen in der 5'-untranslatierten Region

(A: 5' GATCGAT-TAAGCTTCGGAACCCGCTCGATCTCGCCGCC 3') bzw. kodierenden Region

(B: 5' GCATATCTGGATCCCCGTAGAA-TATTCTCTGAATTCCCC 3') der Thromboplastin-cDNA hybridisieren können. Oligonukleotid A ist dabei teilweise homolog zur Sequenz des kodierenden Stranges, Oligonukleotid B ist teilweise homolog zum nicht-kodierenden Strang; vergl. Fig. 3.

Nach erfolgter Amplifizierung liegt also ein DNA-Fragment vor (827 bp), das (bezogen auf den kodierenden Strang) am 5'-Ende vor dem Beginn der kodierenden Sequenz eine HindIII-Stelle, am 3'-Ende nach den Kodons für die ersten drei Aminosäurereste der Transmembranregion eine BamHI-Stelle enthält. Der Leserahmen in der BamHI-Schnittstelle ist dergestalt, daß nach Ligierung mit der BamHI-Stelle in pCD4E gamma 1 eine Genfusion erreicht wird mit einem durchgehenden Leserahmen vom Initiationskodon der Thromboplastin-cDNA bis zum Stopkodon der schweren Kette des IgG1. Das erwünschte Fragment wurde erhalten und nach Behandlung mit HindIII und BamHI in den oben beschriebenen mit HindIII (partiell)/BamHI geschnittenen Vektor pCD4E gamma 1 ligiert. Das resultierende Plasmid erhielt den Namen pTF1Fc (Fig. 4).

#### Transfektion von pTF1Fc in Säugerzellen

Das durch das Plasmid pTF1Fc kodierte Fusionsprotein wird im folgenden als pTF1Fc be-

zeichnet. pTF1Fc wurde transient in COS-Zellen exprimiert. Hierzu wurden COS-Zellen mit Hilfe von DEAE-Dextran mit pTF1Fc transfiziert (EP A 0325 262).

Indirekte Immunfluoreszenzuntersuchungen ergaben ca. 25% als Anteil transfizierter Zellen. 24 h nach Transfektion wurden die Zellen in serumfreies Medium überführt. Dieser Zellüberstand wurde nach weiteren drei Tagen geerntet.

#### Reinigung von pTF1Fc-Fusionsprotein aus Zellkulturüberständen

170 ml Überstand von transient transfizierten COS-Zellen wurden über Nacht in einem Batchprozeß bei 4°C mit 0,8 ml Protein-A-Sepharose in einer Säule gesammelt, mit 10 Volumen Waschpuffer gewaschen (50mM Tris-Puffer pH 8,6, 150mM NaCl) und mit Elutionspuffer (100mM Citronensäure: 100mM NaCitrat 93:7) in 0,5 ml Fraktionen eluiert. Die ersten 9 Fraktionen wurden nach sofortiger Neutralisierung mit jeweils 0,1 ml 2M Tris-Puffer pH 8,6 vereinigt und das enthaltene Protein durch drei Zyklen Konzentration/Verdünnung im Amicon-Mikrokonzentratoren (Centricon 30) in TNE-Puffer (50mM Tris-Puffer pH 7,4, 50mM NaCl, 1mM EDTA) überführt. Das so erhaltene pTF1Fc ist in der SDS-PAGE elektrophoretisch rein (U.K. Lämmli, Nature 227 (1970) 680-685). In Abwesenheit von Reduktionsmitteln verhält es sich in der SDS-PAGE wie ein Dimer (ca. 165 kDa).

#### Biologische Aktivität von gereinigtem TF1Fc in der Prothrombin-Gerinnungszeitbestimmung

TF1Fc-Fusionsprotein ist in niedrigen Konzentrationen (> 50 ng/ml) in der einstufigen Prothrombin-Gerinnungszeitbestimmung (Vinazzer, H. Gerinnungsphysiologie und Methoden im Blutgerinnungslabor (1979), Fisher Verlag, Stuttgart) aktiv. Die erzielten Gerinnungszeiten sind vergleichbar mit den Gerinnungszeiten, die mit Thromboplastin, das aus humaner Plazenta isoliert wurde, erhalten werden.

#### Beispiel 2: Interleukin-4-Rezeptor-Fusionsproteine

Interleukin-4 (IL-4) wird von T-Zellen synthetisiert und wurde ursprünglich als B-Zell-Wachstumsfaktor bezeichnet, da es B-Zell-Proliferation stimulieren kann. Es übt eine Vielzahl von Effekten auf diese Zellen aus. Insbesondere ist dies das Anregen der Synthese von Molekülen der Immunglobulinsubklassen IgG1 und IgE in aktivierten B-Zellen (Coffmann et al., Immunol. Rev., Bd. 102 (1988) 5). Darüber hinaus reguliert IL-4 auch die Proliferation und Differenzierung von T-Zellen und

anderen haematopoetischen Zellen. Es trägt somit zur Regulierung von allergischen und anderen immunologischen Reaktionen bei. IL-4 bindet mit hoher Affinität an einen spezifischen Rezeptor. Die cDNA, die für den humanen IL-4-Rezeptor kodiert, wurde isoliert (Idzerda et al., J.Exp.Med. Bd. 171 (1990) 861-873. Aus der Analyse der von der cDNA Sequenz abgeleiteten Aminosäuresequenz geht hervor, daß der IL-4 Rezeptor aus insgesamt 825 Aminosäuren besteht, wobei die N-terminalen 25 Aminosäuren als Signalpeptid fungieren. Reifer humaner IL-4-Rezeptor besteht aus 800 Aminosäuren und besitzt wie Thromboplastin eine Dreidomänenstruktur: i) aminoterminaler extrazellulärer Domäne (207 Aminosäuren); ii) Transmembranregion (24 Aminosäuren) und iii) cytoplasmatische Domäne (569 Aminosäuren). In der extrazellulären Domäne existieren sechs potentielle Stellen für N-Glykosylierung (Asn-X-Thr/Ser). IL-4-Rezeptor besitzt Homologien zum humanen IL-6-Rezeptor, zur  $\beta$ -Untereinheit des humanen IL-2-Rezeptors, zum Maus-Erythropoietin-Rezeptor und zum Ratten-Prolaktinrezeptor (Idzerda et al., a.a.o.). Es ist somit wie Thromboplastin kein Mitglied der Immunglobulinfamilie, sondern wird zusammen mit den aufgeführten homologen Proteinen zur neuen Familie der Haematopoietinrezeptoren gerechnet. Mitgliedern dieser Familie sind 4 Cysteinreste und eine sich in der Nähe der Transmembranregion befindliche konservierte Sequenz (Trp-Ser-X-Trp-Ser) in der extrazellulären Domäne gemeinsam.

Aufgrund der beschriebenen Funktion des IL-4/IL-4-Rezeptorsystems ist ein therapeutischer Einsatz einer rekombinanten Form des IL-4-Rezeptors zur Unterdrückung IL-4-vermittelter Immunreaktionen (z.B. Transplantationsabstoßungsreaktion, Autoimmunkrankheiten, allergische Reaktionen) möglich.

Die für eine Therapie erforderliche Substanzmenge machen eine gentechnische Herstellung solcher Moleküle notwendig. Erfindungsgemäß ist wegen der problemlosen Reinigung durch Affinitätschromatographie und der verbesserten pharmakokinetischen Eigenschaften die Synthese von löslichen Formen des IL-4-Rezeptors als Immunglobulininfusionsprotein besonders vorteilhaft.

Die IL-4-Rezeptor-Fusionsproteine werden von Säugerzellen (z.B. CHO-, BHK-, COS-Zellen) in das Kulturmedium ausgeschleust, über Affinitätschromatographie an Protein-A-Sepharose gereinigt und besitzen überraschenderweise identische funktionelle Eigenschaften wie die extrazelluläre Domäne des intakten membrangebundenen IL-4-Rezeptormoleküls.

**Konstruktion eines für IL-4-Rezeptor-Fusionsproteinkodierenden Hybridplasmids pIL-4RFc.**

Wird das Plasmid pCD4EGammal mit XhoI und BamHI geschnitten, liegt ein geöffneter Vektor vor, bei dem die offene XhoI-Stelle "downstream" von der Promotersequenz liegt. Die offene BamHI-Stelle liegt am Beginn der kodierenden Regionen für einen Pentapeptidlinker, gefolgt von den Hinge- und den CH2- und CH3-Domänen vom menschlichem IgG1. Der Leserahmen in der BamHI-Erkennungssequenz GGATCC ist dergestalt, daß GAT als Asparaginsäure translatiert wird. DNA-Amplifizierung mit thermostabiler DNA-Polymerase ermöglicht eine gegebene Sequenz so zu verändern, daß an eines oder beide Enden beliebige Sequenzen angefügt werden. Zwei Oligonukleotide wurden synthetisiert, die mit Sequenzen in der 5'-untranslatierten Region

(A: 5' GATCCAGTACTCGAGAGA-GAAGCCGGGCGTGGTGGCTCATGC 3') bzw. kodierenden Region

(B: 5' CTATGACATGGATCCTGCTCGAAGGGCTCCCTGTAGGAGTTGTG 3') der IL-4-Rezeptor-cDNA, die kloniert im Vektor pDC302/T22-8 vorliegt (Idzerda et al., a.a.o.), hybridisieren können. Oligonukleotid A ist dabei teilweise homolog zur Sequenz des kodierenden Stranges, Oligonukleotid B ist teilweise homolog zum nicht-kodierenden Strang; vergl. Fig. 5.

Nach erfolgter Amplifizierung mittels thermostabiler DNA-Polymerase liegt ein DNA-Fragment vor (836 bp), das bezogen auf den kodierenden Strang am 5'-Ende vor dem Beginn der kodierenden Sequenz eine XhoI-Stelle, am 3'-Ende vor dem letzten Kodon der extrazellulären Domäne eine BamHI-Stelle enthält. Der Leserahmen in der BamHI-Schnittstelle ist dergestalt, daß nach Ligierung mit der BamHI-Stelle in pCD4E gamma 1 eine Genfusion erreicht wird mit einem durchgehenden Leserahmen vom Initiationskodon der IL-4-Rezeptor-cDNA bis zum Stopkodon der schweren Kette des IgG1. Das erwünschte Fragment wurde erhalten und nach Behandlung mit XhoI und BamHI in den oben beschriebenen mit XhoI/BamHI geschnittenen Vektor pCD4E gamma 1 ligiert. Das resultierende Plasmid erhielt den Namen pIL4RFc (Fig. 6).

#### Transfektion von pIL4RFc in Säugerzellen

Das durch das Plasmid pIL4RFc kodierte Fusionsprotein wird im folgenden als pIL4RFc bezeichnet. pIL4RFc wurde transient in COS-Zellen exprimiert. Hierzu wurden COS-Zellen mit Hilfe von DEAE-Dextran mit pIL4RFc transfiziert (EP A 0325 262). Indirekte Immunfluoreszenzuntersuchungen ergaben ca. 25% als Anteil transfizierter Zellen. 24 h nach Transfektion wurden die Zellen in serumfreies Medium überführt. Dieser Zellüberstand wurde nach weiteren drei Tagen geerntet.

### Reinigung von IL4RFc-Fusionsprotein aus Zellkulturüberständen

500 ml Überstand von transient transfizierten COS-Zellen wurden über Nacht in einem Batchprozeß bei 4°C mit 1,6 ml Protein-A-Sepharose in einer Säule gesammelt, mit 10 Volumen Waschpuffer gewaschen (50mM Tris-Puffer pH 8,6, 150mM NaCl) und mit Elutionspuffer (100mM Citronensäure: 100mM NaCitrat 93:7) in 0,5 ml Fraktionen eluiert. Die ersten 9 Fraktionen wurden nach sofortiger Neutralisierung mit jeweils 0,1 ml 2M Tris-Puffer pH 8,6 vereinigt und das enthaltene Protein durch drei Zyklen Konzentration/Verdünnung im Amicon-Mikrokonzentrat (Centricon 30) in TNE-Puffer (50mM Tris-Puffer pH 7,4, 50mM NaCl, 1mM EDTA) überführt. Das so erhaltene IL4RFc ist in der SDS-PAGE elektrophoretisch rein (U.K. Lämmli, Nature 227 (1970) 680-685). In Abwesenheit von Reduktionsmitteln verhält es sich in der SDS-PAGE wie ein Dimer (ca. 150 KDa).

### Biologische Aktivität von gereinigtem IL4RFc

IL4RFc-Protein bindet <sup>125</sup>I-radiomarkiertes IL-4 mit gleicher Affinität (KD = 0,5nM) wie membrangebundener, intakter IL-4-Rezeptor. Es hemmt die Proliferation der IL-4-abhängigen Zelllinie CTLLHulL-4RI Klon D (Idzerda et al., a.a.O.) in Konzentrationen von 10-1000 ng/ml. Darüber hinaus eignet es sich hervorragend für die Entwicklung von IL-4-Bindungstests, da es über seinen Fc-Teil an mit z.B. Kaninchen-antihuman-IgG vorbebeschichtete Mikrotiterplatten gebunden werden kann und in dieser Form ebenfalls mit hoher Affinität seinen Liganden bindet.

### Beispiel 3: Erythropoietin-Fusionsproteine

Reifes Erythropoietin (EPO) ist ein aus 166 Aminosäuren bestehendes Glykoprotein, das essentiell für die Entwicklung von Erythrozyten ist. Es stimuliert die Reifung und die terminale Differenzierung erythroider Vorläuferzellen. Die cDNA für humanes EPO wurde kloniert (EPA-0267 678) und kodiert für die 166 Aminosäuren des reifen EPO und ein für die Sezernierung essentielles Signalpeptid von 22 Aminosäuren. Mit Hilfe der cDNA kann rekombinantes funktionelles EPO in gentechnisch veränderten Säugerzellen hergestellt werden und zur Therapie von anämischen Erscheinungen verschiedenen Ursprungs (z.B. bei akuten Nierenversagen) klinisch eingesetzt werden.

Erfindungsgemäß ist wegen der problemlosen Reinigung und der verbesserten pharmakokinetischen Eigenschaften die Synthese von EPO als Immunglobulinfusionsprotein besonders vorteilhaft.

### Konstruktion eines für Erythropoietin-Fusionsprotein kodierenden Hybridplasmids pEPOFc.

Diese Konstruktion erfolgte analog zu der im Beispiel 2 beschriebenen (Abschnitt: "Konstruktion eines für IL-4-Rezeptor-Fusionsprotein kodierenden Hybridplasmids pIL-4RFc"). Zwei Oligonukleotide wurden synthetisiert, die mit Sequenzen in der Nähe des Initiationskodons

(A: 5'GATCGATCTCGAGATGGGGGTGCACGAATGT-CCTGCCTGGCTGTGG 3') bzw. des Stopkodons (B: CTGGAATCGGATCCCCTGTCCTGCAGGCCTCCCTGTGTACAGC 3') der im Vektor pCES klonierten EPO-cDNA (EP A 0267 678) hybridisieren können. Oligonukleotid A ist dabei teilweise homolog zur Sequenz des kodierenden Stranges, Oligonukleotid B ist teilweise homolog zum nicht-kodierenden Strang; vergl. Fig. 7. Nach erfolgter Amplifizierung liegt mittels thermostabiler DNA-Polymerase ein DNA-Fragment vor (598 bp), das bezogen auf den kodierenden Strang am 5'-Ende vor dem Initiationskodon eine XhoI-Stelle enthält und in dem am 3'-Ende das Kodon für den vorletzten C-terminalen Aminosäurerest von EPO (Asp) in einer BamHI-Erkennungssequenz vorliegt. Der Leserahmen in der BamHI-Schnittstelle ist dergestalt, daß nach Ligierung mit der BamHI-Stelle in pCD4E gamma 1 eine Genfusion erreicht wird mit einem durchgehenden Leserahmen vom Initiationskodon der EPO-cDNA bis zum Stopkodon der schweren Kette des IgG1. Das erwünschte Fragment wurde erhalten und nach Behandlung mit XhoI und BamHI in den oben beschriebenen mit XhoI/BamHI geschnittenen Vektor pCD4E gamma 1 ligiert. Das resultierende Plasmid erhielt den Namen pEPOFc (Fig. 8).

### Patentansprüche

1. Lösliche Fusionsproteine bestehend aus nicht zur Immunglobulinfamilie gehörigen humanen Proteinen oder Teilen davon und verschiedenen Anteilen von Immunglobulinmolekülen aller Subklassen.
2. Fusionsproteine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Immunglobulinanteil der konstante Teil der schweren Kette von humanem IgG ist.
3. Fusionsproteine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Immunglobulinanteil der konstante Teil der schweren Kette von humanem IgG1 oder ein Protein-A-bindendes Fragment davon ist.
4. Fusionsproteine nach Anspruch 2 oder An-

spruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Fusion an die "Hinge"-Region erfolgt.

5. Fusionsproteine nach Ansprüchen 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein der extrazelluläre Anteil eines Membranproteins oder Teilen davon ist.
6. Fusionsproteine nach Ansprüchen 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein der extrazelluläre Anteil von Thromboplastin oder Teilen davon ist.
7. Fusionsproteine nach Ansprüchen 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein der extrazelluläre Anteil eines Cytokin- oder Wachstumsfaktor-Rezeptors oder Teilen davon ist.
8. Fusionsprotein nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein der extrazelluläre Anteil von IL-4 Rezeptor oder Teilen davon ist.
9. Fusionsprotein nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein der extrazelluläre Anteil von IL-7-Rezeptor oder Teilen davon ist.
10. Fusionsprotein nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein der extrazelluläre Anteil von Tumor-Nekrose-Faktor-Rezeptor oder Teilen davon ist.
11. Fusionsprotein nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein der extrazelluläre Anteil von G-CSF-Rezeptor oder Teilen davon ist.
12. Fusionsprotein nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein der extrazelluläre Anteil von GM-CSF-Rezeptor oder Teilen davon ist.
13. Fusionsprotein nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein der extrazelluläre Anteil von Erythropoietin-Rezeptor oder Teilen davon ist.
14. Fusionsprotein nach Ansprüchen 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein ein nicht membranständiges lösliches Protein oder Teil davon ist.
15. Fusionsprotein nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein ein Cytokin- oder Wachstumsfaktor

oder Teil davon ist.

16. Fusionsprotein nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein Erythropoietin oder Teil davon ist.
  17. Fusionsprotein nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein GM-CSF oder G-CSF bzw. Teil davon ist.
  18. Fusionsprotein nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein Interleukin IL-1 bis IL-8 bzw. Teil davon ist.
  19. Fusionsprotein nach einem der vorausgehenden Ansprüche 1-18, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich eine Faktor Xa Spaltstelle zwischen dem Immunglobulinteil und dem Nicht-Immunglobulinteil inseriert ist.
  20. Verfahren zur Herstellung von Fusionsproteinen nach einem der Ansprüche 1-19, dadurch gekennzeichnet, daß die für diese Konstrukte codierende DNA in ein Säugerzell-Expressionssystem eingebracht und nach Expression das gebildete Fusionsprotein mittels Affinitätschromatographie über den Immunglobulinanteil gereinigt wird.
  21. Verwendung der Fusionsproteine nach einem der Ansprüche 1-19 zur Diagnostik.
  22. Verwendung der Fusionsproteine nach einem der Ansprüche 1-19 zur Therapie.
- Patentansprüche für folgenden Vertragsstaat**  
**ES**
1. Verfahren zur Herstellung löslicher Fusionsproteine bestehend aus nicht zur Immunglobulinfamilie gehörigen humanen Proteinen oder Teilen davon und verschiedenen Anteilen von Immunglobulinmolekülen aller Subklassen, dadurch gekennzeichnet, daß die für diese Konstrukte codierende DNA in ein pro- oder eukaryotisches, vorzugsweise Säugerzell-Expressionssystem eingebracht und nach Expression das gebildete Fusionsprotein mittels Affinitätschromatographie über den Immunglobulinanteil gereinigt wird.
  2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Immunglobulinanteil der konstante Teil der schweren Kette von humanem IgG ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Immunglobulinanteil der konstante Teil der schweren Kette von humanem IgG1 oder ein Protein-A-bindendes Fragment davon ist.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Fusion an die "Hinge"-Region erfolgt.
5. Verfahren nach Ansprüchen 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein der extrazelluläre Anteil eines Membranproteins oder Teilen davon ist.
6. Verfahren nach Ansprüchen 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein der extrazelluläre Anteil von Thromboplastin oder Teilen davon ist.
7. Verfahren nach Ansprüchen 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein der extrazelluläre Anteil eines Cytokin- oder Wachstumsfaktor-Rezeptors oder Teilen davon ist.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein der extrazelluläre Anteil von IL-4 Rezeptor oder Teilen davon ist.
9. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein der extrazelluläre Anteil von IL-7-Rezeptor oder Teilen davon ist.
10. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein der extrazelluläre Anteil von Tumornekrose-Faktor-Rezeptor oder Teilen davon ist.
11. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein der extrazelluläre Anteil von G-CSF-Rezeptor oder Teilen davon ist.
12. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein der extrazelluläre Anteil von GM-CSF-Rezeptor oder Teilen davon ist.
13. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein der extrazelluläre Anteil von Erythropoietin-Rezeptor oder Teilen davon ist.
14. Verfahren nach Ansprüchen 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte

Protein ein nicht membranständiges lösliches Protein oder Teil davon ist.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein ein Cytokin- oder Wachstumsfaktor oder Teil davon ist.
16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein Erythropoietin oder Teil davon ist.
17. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein GM-CSF oder G-CSF bzw. Teil davon ist.
18. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein Interleukin IL-1 bis IL-8 bzw. Teil davon ist.
19. Verfahren nach einem der vorausgehenden Ansprüche 1-18, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich eine Faktor Xa Spaltstelle zwischen dem Immunglobulinanteil und dem Nicht-Immunglobulinanteil insertiert ist.

#### Patentansprüche für folgenden Vertragsstaat: GR

1. Lösliche Fusionsproteine bestehend aus nicht zur Immunglobulinfamilie gehörigen humanen Proteinen oder Teilen davon und verschiedenen Anteilen von Immunglobulinmolekülen aller Subklassen.
2. Fusionsproteine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Immunglobulinanteil der konstante Teil der schweren Kette von humanem IgG ist.
3. Fusionsproteine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Immunglobulinanteil der konstante Teil der schweren Kette von humanem IgG1 oder ein Protein-A-bindendes Fragment davon ist.
4. Fusionsproteine nach Anspruch 2 oder Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Fusion an die "Hinge"-Region erfolgt.
5. Fusionsproteine nach Ansprüchen 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein der extrazelluläre Anteil eines Membranproteins oder Teilen davon ist.
6. Fusionsproteine nach Ansprüchen 1-4, dadurch



gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein der extrazelluläre Anteil von Thromboplastin oder Teilen davon ist.

7. Fusionsproteine nach Ansprüchen 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein der extrazelluläre Anteil eines Cytokin- oder Wachstumsfaktor-Rezeptors oder Teilen davon ist.
8. Fusionsprotein nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein der extrazelluläre Anteil von IL-4 Rezeptor oder Teilen davon ist.
9. Fusionsprotein nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein der extrazelluläre Anteil von IL-7-Rezeptor oder Teilen davon ist.
10. Fusionsprotein nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein der extrazelluläre Anteil von Tumor-Nekrose-Faktor-Rezeptor oder Teilen davon ist.
11. Fusionsprotein nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein der extrazelluläre Anteil von G-CSF-Rezeptor oder Teilen davon ist.
12. Fusionsprotein nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein der extrazelluläre Anteil von GM-CSF-Rezeptor oder Teilen davon ist.
13. Fusionsprotein nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein der extrazelluläre Anteil von Erythropoietin-Rezeptor oder Teilen davon ist.
14. Fusionsprotein nach Ansprüchen 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein ein nicht membranständiges lösliches Protein oder Teil davon ist.
15. Fusionsprotein nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein ein Cytokin- oder Wachstumsfaktor oder Teil davon ist.
16. Fusionsprotein nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein Erythropoietin oder Teil davon ist.
17. Fusionsprotein nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusio-

nierte Protein GM-CSF oder G-CSF bzw. Teil davon ist.

18. Fusionsprotein nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das an Immunglobulin fusionierte Protein Interleukin IL-1 bis IL-8 bzw. Teil davon ist.
19. Fusionsprotein nach einem der vorausgehenden Ansprüche 1-18, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich eine Faktor Xa Spaltstelle zwischen dem Immunglobulinteil und dem Nicht-Immunglobulinteil inseriert ist.
20. Verfahren zur Herstellung von Fusionsproteinen nach einem der Ansprüche 1-19, dadurch gekennzeichnet, daß die für diese Konstrukte codierende DNA in ein Säugerzell-Expressionssystem eingebracht und nach Expression das gebildete Fusionsprotein mittels Affinitätschromatographie über den Immunglobulinanteil gereinigt wird.
21. Verwendung der Fusionsproteine nach einem der Ansprüche 1-19 zur Diagnostik.

**Fig. 1**

121 GTCGCTCGGACGCTCCTGCTCGGCTGGGTCTTCGCCAGGTGGCCGGCGCTTCAGGCACT  
 -----+-----+-----+-----+-----+ 180  
 CAGCGAGCCTGCGAGGACGAGCCGACCCAGAAGCGGGTCCACCGGCCGCGAAGTCCGTGA  
 <\*\*\*\*\*  
 Oligonukleotid 1

ACAAATACTGTGGCAGCATATAATTTAACTTGGAAATCAACTAATTTCAAGACAATTTG  
 -----+-----+-----+-----+-----+ 240  
 181 TGTATTATGACACCGTCGTATATTAAATTGAACCTTTAGTTGATTAAAGTTCTGTTAAAC  
 \*\*\*\*\*|

=====

Oligonukleotid 2  
 |\*\*\*\*\*>  
 AACTACTGTTTCAGTGTTCAAGCAGTGATTCCCTCCCGAACAGTTAACCGGAAGAGTACA  
 -----+-----+-----+-----+-----+ 780  
 721 TTGATGACAAAGTCACAAGTTCGTCACCTAAGGGAGGGCTTGTCATTGGCCTTCTCATGT

**Fig. 2**

10 30 50  
 G C C C C C C T C G A G G T C G A C G G T A T C G A T A A G C T T G A T A T C G A A T T C T C T C G G C G A A C C C C  
 70 90 110  
 C T C G C A C T C C C T C T G G C G G C C C A G G G C G C C T T C A G C C C A A C C T C C C C A G C C C C A C G G G C  
 130 150 170  
 G C C A C G G A A C C C G C T C G A T C T C G C C G C C A A C T G G T A G A C A T G G A G A C C C C T G C C T G G C C C  
 Met Glu Thr Pro Ala Trp Pro  
 190 210 230  
 C G G G T C C C G C G C C C C G A G A C C G C G T C G C T C G G A C G C T C C T G C T C G G C T G G G T C T T C G C C  
 Arg Val Pro Arg Pro Glu Thr Ala Val Ala Arg Thr Leu Leu Leu Gly Trp Val Phe Ala  
 250 270 290  
 C A G G T G G C C G C G C T T C A G G C A C T A C A A A T A C T G T G G C A G C A T A T A A T T T A A C T T G G A A A  
 Gln Val Ala Gly Ala Ser Gly Thr Thr Asn Thr Val Ala Ala Tyr Asn Leu Thr Trp Lys  
 310 330 350  
 T C A A C T A A T T T C A A G A C A A T T T T G G A G T G G G A A C C C A A A C C C G T C A A T C A A G T C T A C A C T  
 Ser Thr Asn Phe Lys Thr Ile Leu Glu Trp Glu Pro Lys Pro Val Asn Gln Val Tyr Thr  
 370 390 410  
 G T T C A A A T A A G C A C T A A G T C A G G A G A T T G G A A A G C A A A T G C T T T T A C A C A C A G A C A C A  
 Val Gln Ile Ser Thr Lys Ser Gly Asp Trp Lys Ser Lys Cys Phe Tyr Thr Thr Asp Thr  
 430 450 470  
 G A G T G T G A C C T C A C C G A C G A G A T T G T G A A G G A T G T G A A G C A G A C G T A C T T G G C A C G G G T C  
 Glu Cys Asp Leu Thr Asp Glu Ile Val Lys Asp Val Lys Gln Thr Tyr Leu Ala Arg Val  
 490 510 530  
 T T C T C C T A C C C G G C A G G G A A T G T G G A G A G A C A C C G T T C T G C T G G G G A G C C T C T G T A T G A G  
 Phe Ser Tyr Pro Ala Gly Asn Val Glu Ser Thr Gly Ser Ala Gly Glu Pro Leu Tyr Glu  
 550 570 590  
 A A C T C C C C A G A G T T C A C A C C T T A C C T G G A G A C A A A C C T C G G A C A G C C A A C A A T T C A G A G T  
 Asn Ser Pro Glu Phe Thr Pro Tyr Leu Glu Thr Asn Leu Gly Gln Pro Thr Ile Gln Ser

**Fig. 2** (Fortsetzung)

610 630 650  
 TTTGAACAGGTGGGAACAAAAGTGAATGTGACCGTAGAAGATGAACGGACTTTAGTCAGA  
 PheGluGlnValGlyThrLysValAsnValThrValGluAspGluArgThrLeuValArg  
 670 690 710  
 AGGAACAACACTTTCTAAGCCTCCGGGATGTTTTGGCAAGGACTTAATTTATACACTT  
 ArgAsnAsnThrPheLeuSerLeuArgAspValPheGlyLysAspLeuIleTyrThrLeu  
 730 750 770  
 TATTATTGGAAATCTTCAAGTTCAGGAAAGAAAACAGCCAAAACAAACACTAATGAGTTT  
 TyrTyrTrpLysSerSerSerSerGlyLysLysThrAlaLysThrAsnThrAsnGluPhe  
 790 810 830  
 TTGATTGATGTGGATAAAGGAGAAAACACTGTTTCAGTGTTCAGCAGTGATTCCCTCC  
 LeuIleAspValAspLysGlyGluAsnTyrCysPheSerValGlnAlaValIleProSer  
 850 870 890  
 CGAACAGTTAACCGGAAGAGTACAGACAGCCCGGTAGAGTGTATGGGCCAGGAGAAAGGG  
 ArgThrValAsnArgLysSerThrAspSerProValGluCysMetGlyGlnGluLysGly  
 910 930 950  
 GAATTCAGAGAAATATTCTACATCATTGGAGCTGTGGTATTTGTGGTCATCATCCTTGTC  
 GluPheArgGluIlePheTyrIleIleGlyAlaValValPheValValIleIleLeuVal  
 970 990 1010  
 ATCATCCTGGCTATATCTCTACACAAGTGTAGAAAGGCAGGAGTGGGGCAGAGCTGGAAG  
 IleIleLeuAlaIleSerLeuHisLysCysArgLysAlaGlyValGlyGlnSerTrpLys  
 1030 1050 1070  
 GAGAACTCCCCACTGAATGTTTCATAAAGGAAGCACTGTTGGAGCTACTGCAAATGCTAT  
 GluAsnSerProLeuAsnValSer  
 1090 1110 1130  
 ATTGCACTGTGACCGAGAACTTTTAAGAGGATAGAATACATGGAAACGCAAATGAGTATT  
 1150 1170 1190  
 TCGGAGCATGAAGACCCTGGAGTTCAAAAAATCTTGATATGACCTGTTATTACCATTAG

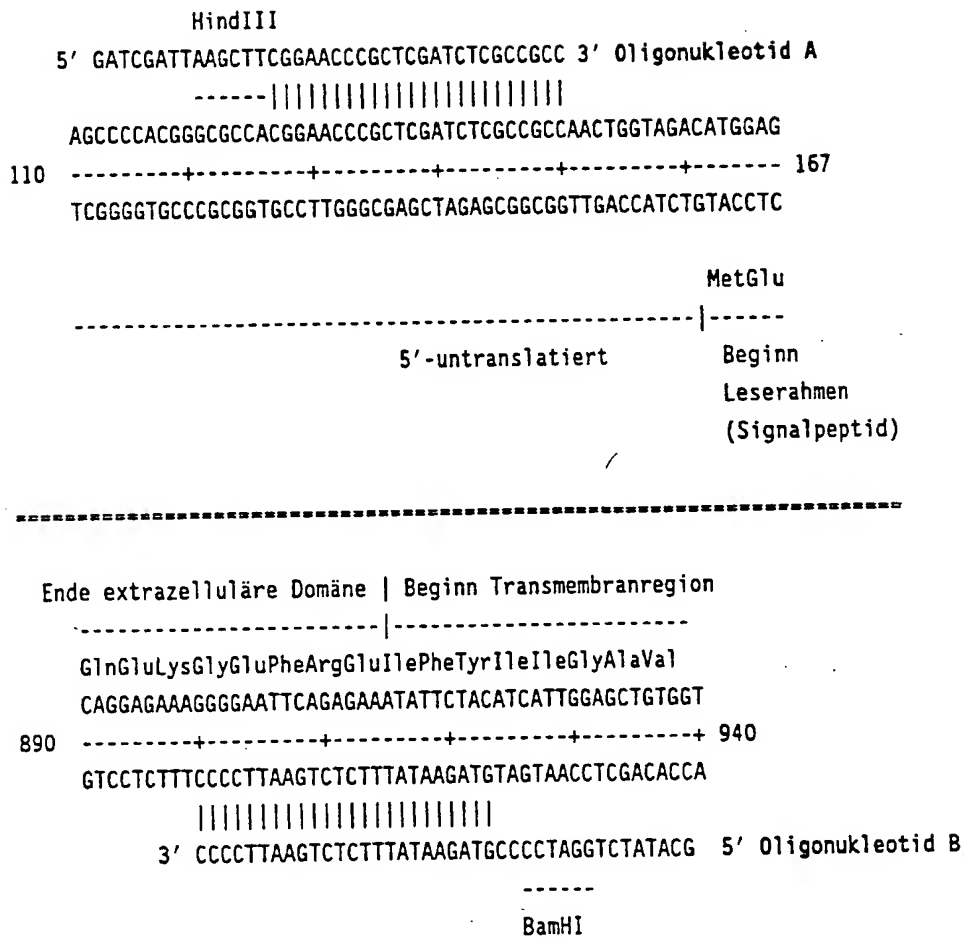
**Fig. 2 (Fortsetzung)**

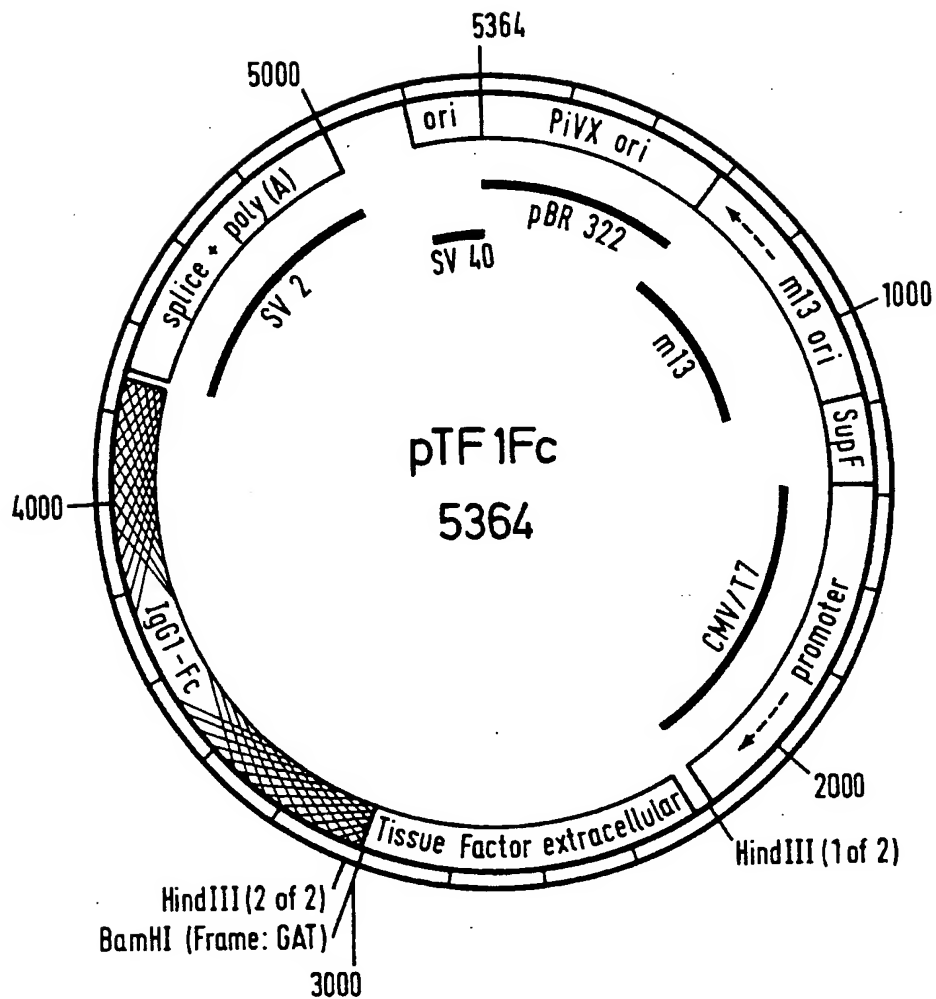
1210	1230	1250
CATTCTGGTTTTGACATCAGCATTAGTCACCTTTGAAATGTAACGAATGGTACTACAACCA		
1270	1290	1310
ATTCCAAGTTTAAATTTTAAACACCATGGCACCTTTTGCACATAACATGCTTTAGATTAT		
1330	1350	1370
ATATTCCGCACTTAAGGATTAACCAGGTCGTCCAAGCAAAACAAATGGGAAAATGTCTT		
1390	1410	1430
AAAAAATCCTGGGTGGACTTTTGAAAAGCTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTGGAGACGGAGTC		
1450	1470	1490
TTGCTCTGTTGCCCAGGCTGGAGTGCAGTAGCACGATCTCGGCTCACTTGACCCCTCCGT		
1510	1530	1550
CTCTCGGGTTCAAGCAATTGTCTGCCTCAGCCTCCCGAGTAGCTGGGATTACAGGTGCGC		
1570	1590	1610
ACTACCAGGCCAAGCTAATTTTTGTATTTTTTAGTAGAGATGGGGTTTCACCATCTTGGC		
1630	1650	1670
CAGGCTGGTCTTGAATTCCTGACCTCAGTGATCCACCCACCTTGGCCTCCCAAAGATGCT		
1690	1710	1730
AGTATTATGGGCGTGAACCACCATGCCAGCCGAAAAGCTTTTGAGGGGCTGACTTCAAT		
1750	1770	1790
CCATGTAGGAAAGTAAAATGGAAGGAAATTGGGTGCATTCTAGGACTTTTCTAACATAT		
1810	1830	1850
GTCTATAATATAGTGTAGTTCTTTTTTTTTTTCAGGAATACATTTGGAAATTCAAAAC		
1870	1890	1910
AATTGGGCAACTTTGTATTAATGTGTTAAGTGCAGGAGACATTGGTATTCTGGGCAGCT		

***Fig. 2 (Fortsetzung)***

1930	1950	1970
TCCTAATATGCTTTACAATCTGCACTTTAACTGACTTAAGTGGCATTAAACATTTGAGAG		
1990	2010	2030
CTAACTATATTTTTATAAGACTACTATACAACTACAGAGTTTATGATTTAAGGTACTTA		
2050	2070	2090
AAGCTTCTATGGTTGACATTGTATATATAATTTTTTAAAAGGTTTTCTATATGGGGAT		
2110	2130	2150
TTTCTATTTATGTAGGTAATATTGTTCTATTTGTATATATTGAGATAATTTATTTAATAT		
2170		
ACTTTAAATAAAGGTGACTGGGAATTGTT		

**Fig. 3**





**Fig. 4**



**Fig. 5**

XhoI  
 5' GATCCAGTACTCGAGAGAGAAGCCGGGCGTGGTGGCTCATGC 3' Oligonukleotid A

-----|||||  
 AGAGAAGCCGGGCGTGGTGGCTCATGCCTATAATCCAGCACTTTGGAGGCTGAGGCGG  
 61 -----+-----+-----+-----+-----+ 120  
 TCTCTCGGCCCGCACCCGAGTACGGATATTAGGGTCGTGAAAACCTCCGACTCCGCC

-----5'-untranslatiert-----

GCAGATCACTTGAGATCAGGAGTTCGAGACCAGCCTGGTGCCTTGGCATCTCCAATGGG  
 121 -----+-----+-----+-----+-----+ 180  
 CGTCTAGTGAAGTCTAGTCCTCAAGCTCTGGTCGGACCACGGAACCGTAGAGGGTTACCC

-----5'-untranslatiert-----|MetGly

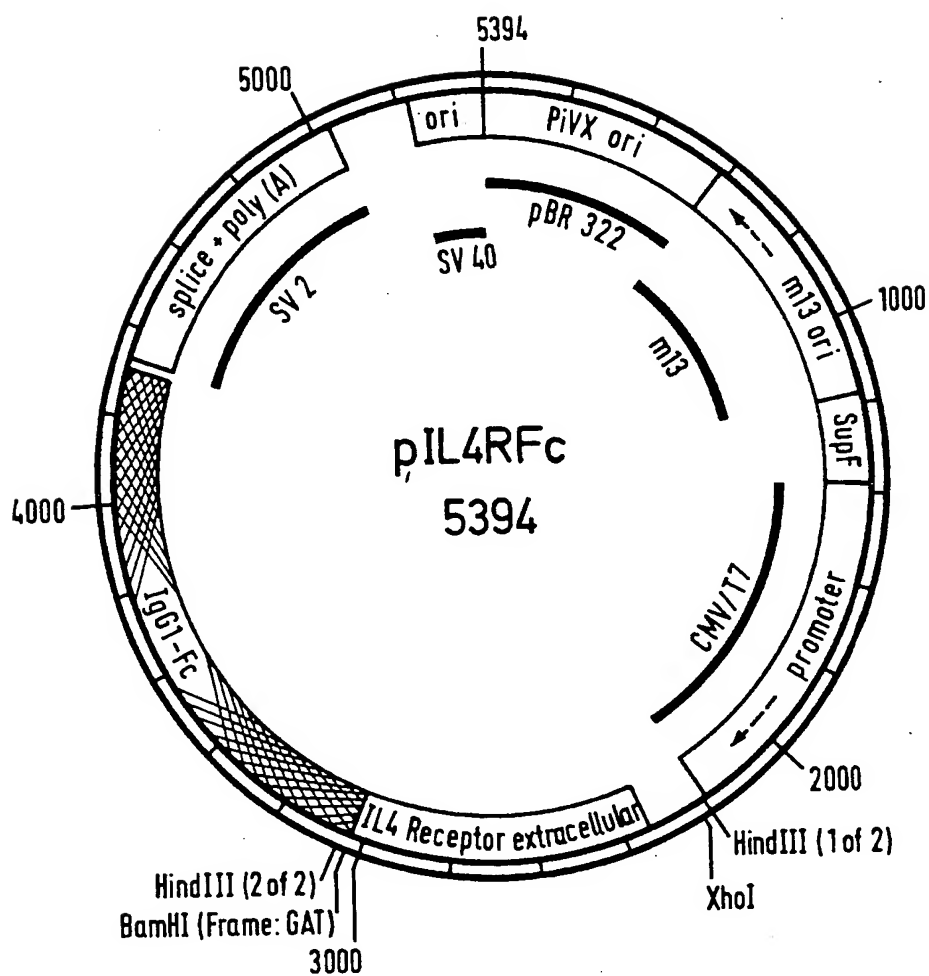
Beginn  
 Leserahmen (Signalpeptid)

-----

Ende extrazelluläre Domäne | Beginn Transmembranregion

HisAsnSerTyrArgGluProPheGluGlnHisLeuLeuLeuGlyValSerValSerCys  
 CACAACCTCTACAGGGAGCCCTTCGAGCAGCACCTCTGCTGGGCGTCAGCGTTTCCTGC  
 839 -----+-----+-----+-----+-----+ 898  
 GTGTTGAGGATGTCCTCGGGAAGCTCGTCGTGGAGGACGACCCGAGTCGCAAAGGACG  
 |||||  
 3' GTGTTGAGGATGTCCTCGGGAAGCTCGTCCTAGGTACAGTATC 5' Oligonukleotid B

-----  
 BamHI



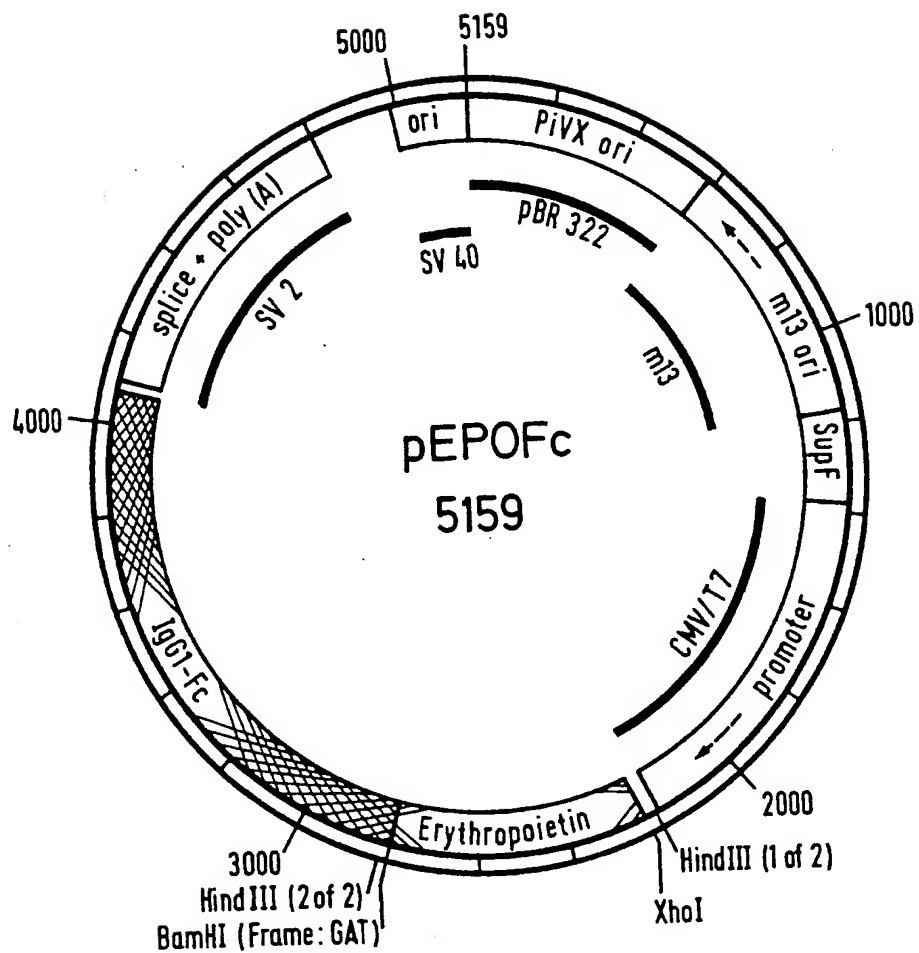
**Fig. 6**

**Fig. 1**

XhoI  
 5' GATCGATCTCGAGATGGGGGTGCACGAATGTCCTGCCTGGCTGTGG 3' Oligonukleotid A  
 -----|||||  
 ATGGGGGTGCACGAATGTCCTGCCTGGCTGTGGCTTCTCCTGTCCCTGCTGTGG  
 182 -----+-----+-----+-----+----- 235  
 TACCCCCACGTGCTTACAGGACGGACCGACACCGAAGAGGACAGGGACGACAGC  
 MetGlyValHisGluCysProAlaTrpLeuTrpLeuLeuLeuSerLeuLeuSer -  
 Beginn Leserahmen (Signalpeptid)

-----

Ende Leserahmen-----|  
 LeuTyrThrGlyGluAlaCysArgThrGlyAspArgEnd  
 -----|  
 GCTGTACACAGGGGAGGCCTGCAGGACAGGGGACAGATGACCAGGTGTGTCCACCTGGGC  
 724 -----+-----+-----+-----+-----+----- 783  
 CGACATGTGTCCCTCCGGACGTCTGTCCCTGTCTACTGGTCCACAGGTGGACCCG  
 |||||  
 3' CGACATGTGTCCCTCCGGACGTCTGTCCCTAGGCTAAGGTC 5' Oligonukleotid B  
 -----  
 BamHI



**Fig. 8**



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE		EP 91110307.5	
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
Y	EP - A2 - 0 269 455 (TAKEDA CHEMICAL INDUSTRIES) * Zusammenfassung; Ansprüche *	1-3, 20	C 07 K 15/06 C 12 N 15/62 A 61 K 37/02 A 61 K 39/395
D, Y	EP - A2 - 0 325 262 (THE GENERAL HOSPITAL CORPORATION) * Ansprüche 1, 3, 20, 23 *	1-3, 21	
P, A	EP - A2 - 0 414 178 (THE GENERAL HOSPITAL CORPORATION) * Ansprüche 8, 12, 14, 20 *	1-3	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.)
			C 07 K C 12 N A 61 K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
WIEN		28-08-1991	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN		Prüfer	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		AUGUSTIN	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie			
A : technologischer Hintergrund			
O : nichtschriftliche Offenbarung			
P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze			
		E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
		L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	
		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 0 464 533 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
29.07.1998 Patentblatt 1998/31

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **C07K 16/00, C12N 15/62,**  
**A61K 38/00, A61K 39/395**

(21) Anmeldenummer: 91110307.5

(22) Anmeldetag: 22.06.1991

(54) **Fusionsproteine mit immunglobulinanteilen, ihre Herstellung und Verwendung**

Fusionproteins with parts of immunoglobulins, their production and use

Protéines fusionnées avec des portions d'immunoglobulines, leurs production et utilisation

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE

(30) Priorität: 28.06.1990 DE 4020607

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
08.01.1992 Patentblatt 1992/02

(60) Teilanmeldung: 97120664.4 / 0 835 939

(73) Patentinhaber:  
• HOECHST AKTIENGESellschaft  
65926 Frankfurt am Main (DE)  
• THE GENERAL HOSPITAL CORPORATION  
Boston, MA 02114 (US)

(72) Erfinder:  
• Lauffer, Leander, Dr.  
W-3550 Marburg (DE)

- Oquendo, Patricia, Dr.  
W-3550 Marburg (DE)
- Zettlmeissl, Gerd, Dr.  
W-3551 Lahntal-Grossfelden (DE)
- Seed, Brian, Dr.  
Boston, MA 02114 (US)

(56) Entgegenhaltungen:  
EP-A- 269 455 EP-A- 325 262  
EP-A- 414 178 EP-A- 417 563  
EP-A- 418 014

- P.N.A.S. (1991) 88:10535

### Bemerkungen:

Die Akte enthält technische Angaben, die nach dem  
Eingang der Anmeldung eingereicht wurden und die  
nicht in dieser Patentschrift enthalten sind.

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**EP 0 464 533 B1**

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet von gentechnisch erzeugten löslichen Fusionsproteinen bestehend aus nicht zur Immunglobulinfamilie gehörigen humanen Proteinen oder Teilen davon und verschiedenen Anteilen der konstanten Region von Immunglobulinmolekülen. Die funktionellen Eigenschaften beider Fusionspartner bleiben überraschenderweise im Fusionsprotein erhalten.

Aus der EP-A 0325 262 und der EP-A 0314 317 sind entsprechende Fusionsproteine bestehend aus verschiedenen Domänen des CD4-Membranproteins menschlicher T-Zellen und aus humanen IgG1-Anteilen bekannt. Einige dieser Fusionsproteine binden mit gleicher Affinität an das Glykoprotein gp120 des Humanen Immundefizienz-Virus wie das zellgebundene CD4 Molekül. Das CD4-Molekül gehört zur Immunglobulinfamilie und ist folglich bezüglich seiner Tertiärstruktur sehr ähnlich aufgebaut wie Immunglobulinmoleküle. Dies gilt auch für die  $\alpha$ -Kette des T-Zell-Antigenrezeptors, für die solche Fusionen ebenfalls beschrieben wurden (Gascoigne et al., Proc. Natl. Acad. Sci. USA, Bd. 84 (1987), 2937-2940). Aufgrund der sehr ähnlichen Domänenstruktur war deshalb in diesem Fall die Beibehaltung der biologischen Aktivität der beiden Fusionspartner im Fusionsprotein zu erwarten.

In der europäischen Patentanmeldung Nr. 0 417 563 sind DNA-Sequenzen beschrieben, die für eine Teilsequenz für lösliche Fragmente von nicht-löslichen Proteinen, die Tumornekrosefaktor (TNF) binden, kodiert. Zusätzlich ist dort eine andere Teilsequenz genannt, die für alle Domänen außer der ersten Domäne der konstanten Region der schweren Kette von humanen Immunglobulinen wie IgG, IgA, IgM bzw. IgE kodiert.

Die nachveröffentlichte europäische Patentanmeldung Nr. 0 418 014 offenbart auf der Seite 8, Zeilen 18-25 chimäre Antikörpermoleküle, bei denen lediglich die variablen Domänen der Immunglobulinmoleküle durch TNF-R Sequenzen ersetzt wurden.

Gegenstand der Erfindung sind lösliche Fusionsproteine bestehend aus dem extrazellulären Anteil von humanem Tumor-Nekrose-Faktor-Rezeptor oder einem funktionellen Teil davon und einem Fc-Teil eines Immunglobulinmoleküls, ausgewählt aus einer der Immunglobulinklassen IgG, IgM, IgA und IgE.

Die Fusionsproteine können in bekannten pro- und eukaryontischen Expressionssystemen hergestellt werden, vorzugsweise jedoch in Säugerzellen (z.B. CHO-, COS-, BHK-Zellen).

Die erfindungsgemäßen Fusionsproteine sind aufgrund ihres Immunglobulinanteils mittels Affinitätschromatographie leicht zu reinigen und besitzen verbesserte pharmakokinetische Eigenschaften in vivo.

In vielen Fällen ist der Fc-Teil im Fusionsprotein für den Einsatz in Therapie und Diagnostik durchaus vorteilhaft und führt so z.B. zu verbesserten pharmakokinetischen Eigenschaften (EP-A 0232 262).

Es existieren verschiedene Proteasen, deren Verwendung für diesen Zweck als denkbar erscheint. Pepsin oder Pepsin werden beispielsweise für die Erzeugung von F(ab)-Fragmenten aus Immunglobulinen eingesetzt (Immunology, Hrsg. Roitt, I. et al., Gower Medical Publishing, London (1989)), jedoch spalten sie nicht sonderlich spezifisch. Der Blutgerinnungsfaktor Xa hingegen erkennt in einem Protein die relativ seltene Tetrapeptidsequenz Ile-Glu-Gly-Arg und führt eine hydrolytische Spaltung des Proteins nach dem Argininrest durch. Spaltsequenzen, die das beschriebene Tetrapeptid enthalten, wurden zuerst von Nagai und Thogersen in ein Hybridprotein auf gentechnologischem Wege eingeführt (Nagai, K. und Thogersen, H.C., Nature, Bd. 309 (1984), 810-812). Diese Autoren konnten zeigen, daß die in E. coli exprimierten Proteine tatsächlich spezifisch von Faktor Xa gespalten werden. Aus Publikationen ist jedoch noch kein Beispiel bekannt, daß solche Proteine auch in eukaryotischen und insbesondere in 10 Animalzellen exprimiert und nach ihrer Reinigung von Faktor Xa gespalten werden können. Eine Expression der erfindungsgemäßen Proteine in Animalzellen ist jedoch vorzuziehen, da nur in einem solchen Zellsystem die Sezernierung von z.B. normalerweise membranständige Rezeptoren als Fusionspartner unter Beibehaltung ihrer nativen Struktur und damit ihrer biologischen Aktivität zu erwarten ist. Sezernierung in den Zellkulturüberstand erleichtert die nachfolgende einfache Reinigung des Fusionsproteins.

Die Erfindung betrifft daher lösliche Fusionsproteine bestehend aus dem extrazellulären Anteil von humanem Tumor-Nekrose-Faktor-Rezeptor oder einem funktionellen Teil davon und einem Fc-Teil eines Immunglobulinmoleküls, ausgewählt aus einer der Immunglobulinklassen IgG, IgM, IgA, und IgE. In einer besonderen Ausführungsform ist der Fc-Teil durch eine miteingebaute mittels Faktor Xa spaltbare Spaltsequenz auf einfache Weise abtrennbar.

Ferner betrifft die Erfindung Verfahren zur gentechnischen Herstellung dieser Fusionsproteine sowie deren Verwendung für die Diagnostik und die Therapie.

Die folgenden Beispiele tragen zur Erläuterung der Erfindung bei. Sie stellen jedoch keine Ausführungsarten der Erfindung dar.

### Beispiel 1: Thromboplastin-Fusionsproteine

Die Blutgerinnung ist ein Vorgang von zentraler Bedeutung im menschlichen Organismus. Entsprechend 50 fein reguliert ist die Gerinnungskaskade, in der eine Vielzahl zellulärer Faktoren und Plasmaproteine zusammenwirken. Die Gesamtheit dieser Proteine (und deren Kofaktoren) wird als Gerinnungsfaktoren bezeichnet. Endprodukte der Gerinnungskaskade sind Thrombin, das die Aggregation von Blutplättchen (Pla- 55 telets) induziert, und Fibrin, das den Plateletthrombus stabilisiert. Thrombin katalysiert die Bildung von Fibrin aus Fibrinogen und wird selbst durch limitierte Proteo-

lyse von Prothrombin gebildet. Für diesen Schritt ist aktivierter Faktor X (Faktor Xa) verantwortlich, der in Gegenwart von Faktor Va und Calciumionen an Platemembranen bindet und Prothrombin spaltet.

Zwei Wege existieren zur Aktivierung von Faktor X, der extrinsische und der intrinsische "pathway". Im intrinsischen "pathway" wird eine Serie von Faktoren durch Proteolyse aktiviert, um jeweils selbst aktive Proteasen zu bilden. Im extrinsischen "pathway" wird Thromboplastin (Tissue Factor) von verletzten Zellen verstärkt synthetisiert und aktiviert Faktor X, zusammen mit Faktor VIIa und Calciumionen. Früher wurde angenommen, daß sich die Aktivität von Thromboplastin auf diese Reaktion beschränkt. Jedoch greift der Thromboplastin/VIIa-Komplex auf der Ebene von Faktor IX ebenfalls aktivierend in den intrinsischen "pathway" ein. Ein Thromboplastin/VIIa-Komplex ist also einer der wichtigsten physiologischen Aktivatoren der Blutgerinnung.

Es ist daher vorstellbar, daß Thromboplastin, abgesehen von seiner Verwendung als Diagnostikum (s.u.), auch als Bestandteil von Therapeutika zur Behandlung angeborener oder erworbener Blutgerinnungsdefizienzen eingesetzt werden kann. Beispiele hierfür sind chronische Hämophilien verursacht durch einen Mangel an Faktoren VIII, IX oder XI oder auch akute Störungen der Blutgerinnung als Folge von z.B. Leber- oder Nierenerkrankungen. Auch nach chirurgischen Eingriffen wäre der Einsatz eines solchen Therapeutikums denkbar.

Thromboplastin ist ein integrales Membranprotein, das nicht zur Immunglobulinfamilie gehört. Thromboplastin-cDNA-Sequenzen sind von insgesamt vier Gruppen veröffentlicht worden (Fisher et al., *Thromb. Res.*, Bd. 48 (1987), 89-99; Morrissey et al., *Cell*, Bd. 50 (1987), 129-135; Scarpati et al., *Biochemistry*, Bd. 26 (1987), 5234-5238; Spicer et al., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, Bd. 84 (1987), 5148-5152). Die Thromboplastin-cDNA beinhaltet einen offenen Leserahmen, der für ein Polypeptid aus 295 Aminosäureresten kodiert, wovon die N-terminalen 32 Aminosäuren als Signalpeptid fungieren. Reifes Thromboplastin besteht aus 263 Aminosäureresten und besitzt eine Drei-Domänen-Struktur: i) aminoterminal extrazelluläre Domäne (219 Aminosäurereste); ii) Transmembranregion (23 Aminosäurereste); iii) cytoplasmatische Domäne (Carboxyterminus; 21 Aminosäurereste). In der extrazellulären Domäne existieren drei potentielle Stellen für N-Glykosylierung (Asn-X-Thr). Thromboplastin ist normalerweise glykosyliert, jedoch scheint die Glykosylierung nicht essentiell für die Aktivität des Proteins zu sein (Paborsky et al., *Biochemistry*, Bd. 28 (1989), 8072-8077).

Thromboplastin wird als Zusatz zu Plasmaproben in der Gerinnungsdiagnostik benötigt. Durch die einstufige Prothrombin-Gerinnungszeitbestimmung (z.B. Quick-Test) läßt sich der Gerinnungsstatus der untersuchten Person feststellen. Das für die Diagnostik erforderliche Thromboplastin wird gegenwärtig aus humanem Gewebe gewonnen, wobei das Herstellungsverfahren schwer standardisierbar ist, die Ausbeute niedrig

liegt und erhebliche Mengen humanes Ausgangsmaterial (Plazenten) bereit gestellt werden müssen. Andererseits ist zu erwarten, daß auch die gentechnische Herstellung von nativem, membrangebundenem Thromboplastin, bedingt durch komplexe Reinigungsverfahren, problematisch sein wird. Diese Problematiken können durch die erfindungsgemäße Fusion an Immunglobulinanteile umgangen werden.

Die erfindungsgemäßen Thromboplastin-Fusionsproteine werden von Säugerzellen (z.B. CHO-, BHK-, COS-Zellen) ins Kulturmedium ausgeschleust, über Affinitätschromatographie an Protein A-Sepharose gereinigt und besitzen überraschend hohe Aktivität in der einstufigen Prothrombin-Gerinnungszeitbestimmung.

### Klonierung von Thromboplastin-cDNA

Zur Klonierung der Thromboplastin-cDNA wurde die publizierte Sequenz von Scarpati et al., *Biochemistry*, Bd. 26 (1987), 5234-5238, benutzt. Hieraus wurden zwei Oligonukleotidsondenmoleküle (s. Fig. 1) abgeleitet. Mit diesen beiden Sondenmolekülen wurde eine cDNA-Bank aus humaner Placenta (Grundmann et al., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, Bd. 83 (1986), 8024-8028) abgesucht.

Es wurden verschieden lange cDNA-Klone erhalten. Ein Klon, 2b-Apr5, der für das weitere Vorgehen verwendet wird, kodiert für die gleiche Aminosäuresequenz, wie die in Scarpati et al. beschriebene cDNA. In Fig. 2 ist die Gesamtsequenz des Klons 2b-Apr5 mit der daraus abgeleiteten Thromboplastin-Aminosäuresequenz dargestellt.

### Konstruktion eines für Thromboplastin-Fusionsprotein kodierenden Hybridplasmids pTF1Fc.

Das Plasmid pCD4E gamma 1 (EP 0 325 262 A2; hinterlegt bei ATCC unter der Nummer No. 67610) dient zur Expression eines Fusionsproteins aus humanem CD4-Rezeptor und humanem IgG1. Die für die extrazelluläre Domäne von CD4 kodierende DNA-Sequenz wird aus diesem Plasmid mit den Restriktionsenzymen HindIII und BamHI entfernt. Mit dem Enzym HindIII darf hierbei nur eine teilweise Spaltung durchgeführt werden, um nur bei einer der zwei in pCD4E gamma 1 enthaltenen HindIII-Stellen zu schneiden (Position 2198). Es liegt dann ein geöffneter Vektor vor, bei dem eine eukaryotische Transkriptionsregulationssequenz (Promotor) von der offenen HindIII-Stelle gefolgt wird. Die offene BamHI-Stelle liegt am Beginn der kodierenden Regionen für einen Pentapeptidlinker, gefolgt von den Hinge- und den CH2- und CH3-Domänen in der BamHI-Erkennungsssequenz GGATCC ist dergestalt, daß GAT als Asparaginsäure translatiert wird. DNA-Amplifizierung mit thermostabiler DNA-Polymerase ermöglicht eine gegebene Sequenz so zu verändern, daß an eines oder beide Enden beliebige Sequenzen angefügt werden. Zwei



Oligonukleotide wurden synthetisiert, die mit Sequenzen in der 5'-untranslatierten Region (A: 5' GATCGAT-TAAGCTTCGGAACCCGCTCGATCTCGCCGCC 3') bzw. kodierenden Region (B: 5' GCATATCTGGATCCCGTAGAATATTCTCTGAATTCCCC 3') der Thromboplastin-cDNA hybridisieren können. Oligonukleotid A ist dabei teilweise homolog zur Sequenz des kodierenden Stranges, Oligonukleotid B ist teilweise homolog zum nicht-kodierenden Strang; vergl. Fig. 3.

Nach erfolgter Amplifizierung liegt also ein DNA-Fragment vor (827 bp), das (bezogen auf den kodierenden Strang) am 5'-Ende vor dem Beginn der kodierenden Sequenz eine HindIII-Stelle, am 3'-Ende nach den Kodons für die ersten drei Aminosäurereste der Transmembranregion eine BamHI-Stelle enthält. Der Leserahmen in der BamHI-Schnittstelle ist dergestalt, daß nach Ligierung mit der BamHI-Stelle in pCD4E gamma 1 eine Genfusion erreicht wird mit einem durchgehenden Leserahmen vom Initiationskodon der Thromboplastin-cDNA bis zum Stopkodon der schweren Kette des IgG1. Das erwünschte Fragment wurde erhalten und nach Behandlung mit HindIII und BamHI in den oben beschriebenen mit HindIII (partiell)/BamHI geschnittenen Vektor pCD4E gamma 1 ligiert. Das resultierende Plasmid erhielt den Namen pTF1Fc (Fig. 4).

#### Transfektion von pTF1Fc in Säugerzellen

Das durch das Plasmid pTF1Fc kodierte Fusionsprotein wird im folgenden als pTF1Fc bezeichnet. pTF1Fc wurde transient in COS-Zellen exprimiert. Hierzu wurden COS-Zellen mit Hilfe von DEAE-Dextran mit pTF1Fc transfiziert (EP A 0325 262).

Indirekte Immunfluoreszenzuntersuchungen ergaben ca. 25% als Anteil transfizierter Zellen. 24 h nach Transfektion wurden die Zellen in serumfreies Medium überführt. Dieser Zellüberstand wurde nach weiteren drei Tagen geerntet.

#### Reinigung von pTF1Fc-Fusionsprotein aus Zellkulturüberständen

170 ml Überstand von transient transfizierten COS-Zellen wurden über Nacht in einem Batchprozeß bei 4°C mit 0,8 ml Protein-A-Sepharose in einer Säule gesammelt, mit 10 Volumen Waschpuffer gewaschen (50mM Tris-Puffer pH 8,6, 150mM NaCl) und mit Elutionspuffer (100mM Citronensäure: 100mM NaCitrat 93:7) in 0,5 ml Fraktionen eluiert. Die ersten 9 Fraktionen wurden nach sofortiger Neutralisierung mit jeweils 0,1 ml 2M Tris-Puffer pH 8,6 vereinigt und das enthaltene Protein durch drei Zyklen Konzentration/Verdünnung im Amicon-Mikrokonzentratoren (Centricon 30) in TNE-Puffer (50mM Tris-Puffer pH 7,4, 50mM NaCl, 1mM EDTA) überführt. Das so erhaltene pTF1Fc ist in der SDS-PAGE elektrophoretisch rein (U.K. Lämmler, Nature 227 (1970) 680-685). In Abwesenheit von Reduktionsmitteln verhält es sich in der SDS-PAGE wie ein Dimer (ca. 165

KDa).

#### Biologische Aktivität von gereinigtem TF1Fc in der Prothrombin-Gerinnungszeitbestimmung

TF1Fc-Fusionsprotein ist in niedrigen Konzentrationen (> 50 ng/ml) in der einstufigen Prothrombin-Gerinnungszeitbestimmung (Vinazzer, H. Gerinnungsphysiologie und Methoden im Blutgerinnungslabor (1979), Fisher Verlag, Stuttgart) aktiv. Die erzielten Gerinnungszeiten sind vergleichbar mit den Gerinnungszeiten, die mit Thromboplastin, das aus humaner Plazenta isoliert wurde, erhalten werden.

#### 15 Beispiel 2: Interleukin-4-Rezeptor-Fusionsproteine

Interleukin-4 (IL-4) wird von T-Zellen synthetisiert und wurde ursprünglich als B-Zell-Wachstumsfaktor bezeichnet, da es B-Zell-Proliferation stimulieren kann. Es übt eine Vielzahl von Effekten auf diese Zellen aus. Insbesondere ist dies das Anregen der Synthese von Molekülen der Immunglobulinsubklassen IgG1 und IgE in aktivierten B-Zellen (Coffmann et al., Immunol. Rev., Bd. 102 (1988) 5). Darüber hinaus reguliert IL-4 auch die Proliferation und Differenzierung von T-Zellen und anderen haematopoetischen Zellen. Es trägt somit zur Regulierung von allergischen und anderen immunologischen Reaktionen bei. IL-4 bindet mit hoher Affinität an einen spezifischen Rezeptor. Die cDNA, die für den humanen IL-4-Rezeptor kodiert, wurde isoliert (Idzerda et al., J.Exp.Med. Bd. 171 (1990) 861-873. Aus der Analyse der von der cDNA Sequenz abgeleiteten Aminosäuresequenz geht hervor, daß der IL-4 Rezeptor aus insgesamt 825 Aminosäuren besteht, wobei die N-terminalen 25 Aminosäuren als Signalpeptid fungieren. Reifer humaner IL-4-Rezeptor besteht aus 800 Aminosäuren und besitzt wie Thromboplastin eine Dreidomänenstruktur: i) aminoterminaler extrazellulärer Domäne (207 Aminosäuren); ii) Transmembranregion (24 Aminosäuren) und iii) cytoplasmatische Domäne (569 Aminosäuren). In der extrazellulären Domäne existieren sechs potentielle Stellen für N-Glykosylierung (Asn-X-Thr/Ser). IL-4-Rezeptor besitzt Homologien zum humanen IL-6-Rezeptor, zur  $\beta$ -Untereinheit des humanen IL-2-Rezeptors, zum Maus-Erythropoietin-Rezeptor und zum Ratten-Prolaktinrezeptor (Idzerda et al., a.a.o.). Es ist somit wie Thromboplastin kein Mitglied der Immunglobulinfamilie, sondern wird zusammen mit den aufgeführten homologen Proteinen zur neuen Familie der Haematopoietinrezeptoren gerechnet. Mitgliedern dieser Familie sind 4 Cysteinreste und eine sich in der Nähe der Transmembranregion befindliche konservierte Sequenz (Trp-Ser-X-Trp-Ser) in der extrazellulären Domäne gemeinsam.

55 Aufgrund der beschriebenen Funktion des IL-4/IL-4-Rezeptorsystems ist ein therapeutischer Einsatz einer rekombinanten Form des IL-4-Rezeptors zur Unterdrückung IL-4-vermittelter Immunreaktionen (z.B.

Transplantationsabstoßungsreaktion, Autoimmun-krankheiten, allergische Reaktionen) möglich.

Die für eine Therapie erforderliche Substanzmenge machen eine gentechnische Herstellung solcher Moleküle notwendig. Erfindungsgemäß ist wegen der problemlosen Reinigung durch Affinitätschromatographie und der verbesserten pharmakokinetischen Eigenschaften die Synthese von löslichen Formen des IL-4-Rezeptors als Immunglobulininfusionsprotein besonders vorteilhaft.

Die IL-4-Rezeptor-Fusionsproteine werden von Säugerzellen (z.B. CHO-, BHK-, COS-Zellen) in das Kulturmedium ausgeschleust, über Affinitätschromatographie an Protein-A-Sepharose gereinigt und besitzen überraschenderweise identische funktionelle Eigenschaften wie die extrazelluläre Domäne des intakten membrangebundenen IL-4-Rezeptormoleküls.

#### Konstruktion eines für IL-4-Rezeptor-Fusionsprotein kodierenden Hybridplasmids pIL-4RFc.

Wird das Plasmid pCD4EGammal mit XhoI und BamHI geschnitten, liegt ein geöffneter Vektor vor, bei dem die offene XhoI-Stelle "downstream" von der Promotersequenz liegt. Die offene BamHI-Stelle liegt am Beginn der kodierenden Regionen für einen Pentapeptidlinker, gefolgt von den Hinge- und den CH2- und CH3-Domänen vom menschlichem IgG1. Der Leserahmen in der BamHI-Erkennungssequenz GGATCC ist dergestalt, daß GAT als Asparaginsäure translatiert wird. DNA-Amplifizierung mit thermostabiler DNA-Polymerase ermöglicht eine gegebene Sequenz so zu verändern, daß an eines oder beide Enden beliebige Sequenzen angefügt werden. Zwei Oligonukleotide wurden synthetisiert, die mit Sequenzen in der 5'-untranslatierten Region (A: 5' GATCCAGTACTCGAGAGA-GAAGCCGGGCGTGGTGGCTCATGC 3') bzw. kodierenden Region (B: 5, CTATGACATGGATCCTGCTC-GAAGGGCTCCCTGTAGGAGTTGTG 3') der IL-4-Rezeptor-cDNA, die kloniert im Vektor pDC302/T22-8 vorliegt (Idzerda et al., a.a.O.), hybridisieren können. Oligonukleotid A ist dabei teilweise homolog zur Sequenz des kodierenden Stranges, Oligonukleotid B ist teilweise homolog zum nicht-kodierenden Strang; vergl. Fig. 5. Nach erfolgter Amplifizierung mittels thermostabiler DNA-Polymerase liegt ein DNA-Fragment vor (836 bp), das bezogen auf den kodierenden Strang am 5'-Ende vor dem Beginn der kodierenden Sequenz eine XhoI-Stelle, am 3'-Ende vor dem letzten Kodon der extrazellulären Domäne eine BamHI-Stelle enthält. Der Leserahmen in der BamHI-Schnittstelle ist dergestalt, daß nach Ligierung mit der BamHI-Stelle in pCD4E gamma 1 eine Genfusion erreicht wird mit einem durchgehenden Leserahmen vom Initiationskodon der IL-4-Rezeptor-cDNA bis zum Stopkodon der schweren Kette des IgG1. Das erwünschte Fragment wurde erhalten und nach Behandlung mit XhoI und BamHI in den oben beschriebenen mit XhoI/BamHI geschnittenen

Vektor pCD4E gamma 1 ligiert. Das resultierende Plasmid erhielt den Namen pIL4RFc (Fig. 6).

#### Transfektion von pIL4RFc in Säugerzellen

Das durch das Plasmid pIL4RFc kodierte Fusionsprotein wird im folgenden als pIL4RFc bezeichnet. pIL4RFc wurde transient in COS-Zellen exprimiert. Hierzu wurden COS-Zellen mit Hilfe von DEAE-Dextran mit pIL4RFc transfiziert (EP A 0325 262). Indirekte Immunfluoreszenzuntersuchungen ergaben ca. 25% als Anteil transfizierter Zellen. 24 h nach Transfektion wurden die Zellen in serumfreies Medium überführt. Dieser Zellüberstand wurde nach weiteren drei Tagen geerntet.

#### Reinigung von IL4RFc-Fusionsprotein aus Zellkulturüberständen

500 ml Überstand von transient transfizierten COS-Zellen wurden über Nacht in einem Batchprozeß bei 4°C mit 1,6 ml Protein-A-Sepharose in einer Säule gesammelt, mit 10 Volumen Waschlösung gewaschen (50mM Tris-Puffer pH 8,6, 150mM NaCl) und mit Elutionspuffer (100mM Citronensäure: 100mM NaCitrat 93:7) in 0,5 ml Fraktionen eluiert. Die ersten 9 Fraktionen wurden nach sofortiger Neutralisierung mit jeweils 0,1 ml 2M Tris-Puffer pH 8,6 vereinigt und das enthaltene Protein durch drei Zyklen Konzentration/Verdünnung im Amicon-Mikrokonzentratoren (Centricon 30) in TNE-Puffer (50mM Tris-Puffer pH 7,4, 50mM NaCl, 1mM EDTA) überführt. Das so erhaltene IL4RFc ist in der SDS-PAGE elektrophoretisch rein (U.K. Lämmli, Nature 227 (1970) 680-685). In Abwesenheit von Reduktionsmitteln verhält es sich in der SDS-PAGE wie ein Dimer (ca. 150 kDa).

#### Biologische Aktivität von gereinigtem IL4RFc

IL4RFc-Protein bindet <sup>125</sup>I-radiomarkiertes IL-4 mit gleicher Affinität (K<sub>D</sub>=0.5nM) wie membrangebundener, intakter IL-4-Rezeptor. Es hemmt die Proliferation der IL-4-abhängigen Zelllinie CTLLHuL-4RI Klon D (Idzerda et al., a.a.O.) in Konzentrationen von 10-1000 ng/ml. Darüber hinaus eignet es sich hervorragend für die Entwicklung von IL-4-Bindungstests, da es über seinen Fc-Teil an mit z.B. Kaninchen-antihuman-IgG vorbeschichtete Mikrotiterplatten gebunden werden kann und in dieser Form ebenfalls mit hoher Affinität seinen Liganden bindet.

#### Beispiel 3: Erythropoietin-Fusionsproteine

Reifes Erythropoietin (EPO) ist ein aus 166 Aminosäuren bestehendes Glykoprotein, das essentiell für die Entwicklung von Erythrozyten ist. Es stimuliert die Reifung und die terminale Differenzierung erythroider Vorläuferzellen. Die cDNA für humanes EPO wurde kloniert (EPA-0267 678) und kodiert für die 166 Aminosäuren

des reifen EPO und ein für die Sezernierung essentielles Signalpeptid von 22 Aminosäuren. Mit Hilfe der cDNA kann rekombinantes funktionelles EPO in gentechnisch veränderten Säugerzellen hergestellt werden und zur Therapie von anämischen Erscheinungen verschiedenen Ursprungs (z.B. bei akuten Nierenversagen) klinisch eingesetzt werden.

Erfindungsgemäß ist wegen der problemlosen Reinigung und der verbesserten pharmakokinetischen Eigenschaften die Synthese von EPO als Immunglobulin-fusionsprotein besonders vorteilhaft.

#### Konstruktion eines für Erythropoietin-Fusionsprotein kodierenden Hybridplasmids pEPOFc.

Diese Konstruktion erfolgte analog zu der im Beispiel 2 beschriebenen (Abschnitt: "Konstruktion eines für IL-4-Rezeptor-Fusionsprotein kodierenden Hybridplasmids pIL-4RFc"). Zwei Oligonukleotide wurden synthetisiert, die mit Sequenzen in der Nähe des Initiationskodons (A: 5'GATCGATCTCGAGATGGGGGTGCACGAATGTCCTGCCTGGCTGTGG 3') bzw. des Stopkodons (B: 5' CTGGAATCGGATCCCCTGTCTGCAGGCCCTCCCTGTGTACAGC 3') der im Vektor pCES klonierten EPO-cDNA (EP A 0267 678) hybridisieren können. Oligonukleotid A ist dabei teilweise homolog zur Sequenz des kodierenden Stranges, Oligonukleotid B ist teilweise homolog zum nicht-kodierenden Strang; vergl. Fig. 7. Nach erfolgter Amplifizierung liegt mittels thermostabiler DNA-Polymerase ein DNA-Fragment vor (598 bp), das bezogen auf den kodierenden Strang am 5'-Ende vor dem Initiationskodon eine XhoI-Stelle enthält und in dem am 3'-Ende das Kodon für den vorletzten C-terminalen Aminosäurerest von EPO (Asp) in einer BamHI-Erkennungssequenz vorliegt. Der Leserahmen in der BamHI-Schnittstelle ist dergestalt, daß nach Ligierung mit der BamHI-Stelle in pCD4E gamma 1 eine Genfusion erreicht wird mit einem durchgehenden Leserahmen vom Initiationskodon der EPO-cDNA bis zum Stopkodon der schweren Kette des IgG1. Das erwünschte Fragment wurde erhalten und nach Behandlung mit XhoI und BamHI in den oben beschriebenen mit XhoI/BamHI geschnittenen Vektor pCD4E gamma 1 ligiert. Das resultierende Plasmid erhielt den Namen pEPOFc (Fig. 8).

#### Patentansprüche

##### Patentansprüche für folgende Vertragsstaaten : AT, BE, CH, DE, DK, FR, GB, IT, LI, LU, NL, SE

1. Lösliches Fusionsprotein, bestehend aus dem extrazellulären Anteil von humanem Tumor-Nekrose-Faktor-Rezeptor oder einem funktionellen Teil davon und einem Fc-Teil eines Immunglobulinmoleküls, ausgewählt aus einer der Immunglobulinklassen

sen IgG, IgM, IgA und IgE.

2. Fusionsprotein nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Anteil des Immunglobulinmoleküls über seine Hinge-Region mit dem extrazellulären Teil vom Tumor-Nekrose-Faktor-Rezeptor verbunden ist.
3. Fusionsprotein nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Anteil des Immunglobulinmoleküls aus der konstanten Region der schweren Kette von humanem IgG besteht.
4. Fusionsprotein nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Anteil des Immunglobulinmoleküls aus der konstanten Region der schweren Kette von humanem IgG1 oder einem Protein A-bindenden Fragment davon besteht.
5. Verfahren zur Herstellung von Fusionsproteinen nach einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß die für diese Konstrukte kodierende DNA in ein Säugerzellexpressionssystem eingebracht und nach Expression das gebildete Fusionsprotein mittels Affinitätschromatographie über den Immunglobulinanteil gereinigt wird.
6. Verwendung der Fusionsproteine nach einem der Ansprüche 1-4 zur Diagnostik in vitro.
7. Fusionsprotein nach einem der Ansprüche 1-4 als Arzneimittel.

##### Patentansprüche für folgenden Vertragsstaat : ES

1. Verfahren zur Herstellung von löslichen Fusionsproteinen, bestehend aus dem extrazellulären Anteil von humanem Tumor-Nekrose-Faktor-Rezeptor oder einem funktionellen Teil davon und einem Fc-Teil eines Immunglobulinmoleküls, ausgewählt aus einer der Immunglobulinklassen IgG, IgM, IgA und IgE, dadurch gekennzeichnet, daß die für diese Konstrukte kodierende DNA in ein Säugerzellexpressionssystem eingebracht und nach Expression das gebildete Fusionsprotein mittels Affinitätschromatographie über den Immunglobulinanteil gereinigt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Anteil des Immunglobulinmoleküls über seine Hinge-Region mit dem extrazellulären Teil von Tumor-Nekrose-Faktor-Rezeptor verbunden ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Anteil des Immunglobulinmoleküls aus der konstanten Region der schweren Kette von hu-

manem IgG besteht.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Anteil des Immunglobulinmoleküls aus der konstanten Region der schweren Kette von humanem IgG1 oder einem Protein A-bindenden Fragment davon besteht.

#### Patentansprüche für folgenden Vertragsstaat : GR

1. Lösliches Fusionsprotein, bestehend aus dem extrazellulären Anteil von humanem Tumor-Nekrose-Faktor-Rezeptor oder einem funktionellen Teil davon und einem Fc-Teil eines Immunglobulinmoleküls, ausgewählt aus einer der Immunglobulinklassen IgG, IgM, IgA und IgE.
2. Fusionsprotein nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Anteil des Immunglobulinmoleküls über seine Hinge-Region mit dem extrazellulären Teil von Tumor-Nekrose-Faktor-Rezeptor verbunden ist.
3. Fusionsprotein nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Anteil des Immunglobulinmoleküls aus der konstanten Region der schweren Kette von humanem IgG besteht.
4. Fusionsprotein nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Anteil des Immunglobulinmoleküls aus der konstanten Region der schweren Kette von humanem IgG1 oder einem Protein A-bindenden Fragment davon besteht.
5. Verfahren zur Herstellung von Fusionsproteinen nach einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß die für diese konstruierte kodierende DNA in ein Säugetierzellexpressionssystem eingebracht und nach Expression das gebildete Fusionsprotein mittels Affinitätschromatographie über den Immunglobulinanteil gereinigt wird.
6. Verwendung der Fusionsproteine nach einem der Ansprüche 1-4 zur Diagnostik in vitro.

#### Claims

#### Claims for the following Contracting States : AT, BE, CH, DE, DK, FR, GB, IT, LI, LU, NL, SE

1. A soluble fusion protein consisting of the extracellular portion of human tumour necrosis factor receptor or a functional part thereof and of a necessary part of an immunoglobulin molecule selected from one of the immunoglobulin classes IgG, IgM, IgA

and IgE.

2. A fusion protein as claimed in claim 1, wherein the portion of the immunoglobulin molecule is connected via its hinge region to the extracellular part of the tumour necrosis factor receptor.
3. A fusion protein as claimed in claim 1, wherein the portion of the immunoglobulin molecule consists of the constant region of the heavy chain of human IgG.
4. A fusion protein as claimed in claim 3, wherein the portion of the immunoglobulin molecule consists of the constant region of the heavy chain of human IgG1 or a protein A-binding fragment thereof.
5. A process for preparing fusion proteins as claimed in any of claims 1 - 4, which comprises introducing the DNA coding for these constructs into a mammalian cell expression system and, after expression, purifying the fusion protein which has been formed by affinity chromatography via the immunoglobulin portion.
6. The use of the fusion proteins as claimed in any of claims 1 - 4 for in vitro diagnosis.
7. A fusion protein as claimed in any of claims 1 - 4 as pharmaceutical.

#### Claims for the following Contracting State : ES

1. A process for preparing soluble fusion proteins consisting of the extracellular portion of human tumour necrosis factor receptor or a functional part thereof and of a necessary part of an immunoglobulin molecule selected from one of the immunoglobulin classes IgG, IgM, IgA and IgE, which comprises introducing the DNA coding for these constructs into a mammalian cell expression system and, after expression, purifying the fusion protein which has been formed by affinity chromatography via the immunoglobulin portion.
2. A process as claimed in claim 1, wherein the portion of the immunoglobulin molecule is connected via its hinge region to the extracellular part of the tumour necrosis factor receptor.
3. A process as claimed in claim 1, wherein the portion of the immunoglobulin molecule consists of the constant region of the heavy chain of human IgG.
4. A process as claimed in claim 3, wherein the portion of the immunoglobulin molecule consists of the constant region of the heavy chain of human IgG1 or

protein A-binding fragment thereof.

#### Claims for the following Contracting State : GR

1. A soluble fusion protein consisting of the extracellular portion of human tumour necrosis factor receptor or a functional part thereof and of a necessary part of an immunoglobulin molecule selected from one of the immunoglobulin classes IgG, IgM, IgA and IgE. 5
2. A fusion protein as claimed in claim 1, wherein the portion of the immunoglobulin molecule is connected via its hinge region to the extracellular part of the tumour necrosis factor receptor. 10
3. A fusion protein as claimed in claim 1, wherein the portion of the immunoglobulin molecule consists of the constant region of the heavy chain of human IgG. 15
4. A fusion protein as claimed in claim 3, wherein the portion of the immunoglobulin molecule consists of the constant region of the heavy chain of human IgG1 or a protein A-binding fragment thereof. 20
5. A process for preparing fusion proteins as claimed in any of claims 1 - 4, which comprises introducing the DNA coding for these constructs into a mammalian cell expression system and, after expression, purifying the fusion protein which has been formed by affinity chromatography via the immunoglobulin portion. 25
6. The use of the fusion proteins as claimed in any of claims 1 - 4 for in vitro diagnosis. 30

#### Revendications

#### Revendications pour les Etats contractants suivants : AT, BE, CH, DE, DK, FR, GB, IT, LI, LU, NL, SE

1. Protéine de fusion soluble, constituée du segment extracellulaire du récepteur de facteur de nécrose tumorale humain, ou d'un fragment fonctionnel de celui-ci, et d'un segment Fc d'une molécule d'immunoglobuline, choisie dans l'une des classes d'immunoglobulines IgG, IgM, IgA et IgE. 35
2. Protéine de fusion selon la revendication 1, caractérisée en ce que le segment de la molécule d'immunoglobuline est relié par sa région charnière au segment extracellulaire du récepteur de facteur de nécrose tumorale. 40
3. Protéine de fusion soluble, constituée du segment extracellulaire du récepteur de facteur de nécrose tumorale humain, ou d'un fragment fonctionnel de celui-ci, et d'un segment Fc d'une molécule d'immunoglobuline, choisie dans l'une des classes d'immunoglobulines IgG, IgM, IgA et IgE. 45
4. Protéine de fusion selon la revendication 1, caractérisée en ce que le segment de la molécule d'immunoglobuline est relié par sa région charnière au segment extracellulaire du récepteur de facteur de nécrose tumorale. 50
5. Protéine de fusion selon la revendication 1, caractérisée en ce que le segment de la molécule d'immunoglobuline est relié par sa région charnière au segment extracellulaire du récepteur de facteur de nécrose tumorale. 55

3. Protéine de fusion selon la revendication 1, caractérisée en ce que le segment de la molécule d'immunoglobuline consiste en la région constante de la chaîne lourde d'IgG humaine.
4. Protéine de fusion selon la revendication 3, caractérisée en ce que le segment de la molécule d'immunoglobuline consiste en la région constante de la chaîne lourde d'IgG1 humaine ou d'un fragment de celle-ci se liant à la protéine A.
5. Procédé pour la production de protéines de fusion selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'ADN codant pour ces produits de construction est introduit dans un système d'expression de type cellule de mammifère, et, après expression de la protéine de fusion formée, est purifié par chromatographie d'affinité sur le segment d'immunoglobuline.
6. Utilisation des protéines de fusion selon l'une des revendications 1 à 4, pour le diagnostic in vitro.
7. Protéine de fusion selon l'une des revendications 1 à 4, en tant que médicament.

#### Revendications pour l'Etat contractant suivant : ES

1. Procédé pour la production de protéines de fusion solubles, constituées du segment extracellulaire du récepteur de facteur de nécrose tumorale humain, ou d'un fragment fonctionnel de celui-ci, et d'un segment Fc d'une molécule d'immunoglobuline, choisie dans l'une des classes d'immunoglobulines IgG, IgM, IgA et IgE, caractérisé en ce que l'ADN codant pour ces produits de construction est introduit dans un système d'expression de type cellule de mammifère, et, après expression de la protéine de fusion formée, est purifié par chromatographie d'affinité sur le segment d'immunoglobuline. 30
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le segment de la molécule d'immunoglobuline est relié par sa région charnière au segment extracellulaire du récepteur de facteur de nécrose tumorale. 35
3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le segment de la molécule d'immunoglobuline consiste en la région constante de la chaîne lourde d'IgG humaine. 40
4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que le segment de la molécule d'immunoglobuline consiste en la région constante de la chaîne lourde d'IgG1 humaine ou un fragment de celle-ci se liant à la protéine A. 45

**Revendications pour l'Etat contractant suivant : GR**

1. Protéine de fusion soluble, constituée du segment extracellulaire du récepteur de facteur de nécrose tumorale humain, ou d'un fragment fonctionnel de celui-ci, et d'un segment Fc d'une molécule d'immunoglobuline choisie dans l'une des classes d'immunoglobulines IgG, IgM, IgA et IgE. 5
2. Protéine de fusion selon la revendication 1, caractérisée en ce que le segment de la molécule d'immunoglobuline est relié par sa région charnière au segment extracellulaire du récepteur de facteur de nécrose tumorale. 10
3. Protéine de fusion selon la revendication 1, caractérisée en ce que le segment de la molécule d'immunoglobuline consiste en la région constante de la chaîne lourde d'IgG humaine. 15
4. Protéine de fusion selon la revendication 3, caractérisée en ce que le segment de la molécule d'immunoglobuline consiste en la région constante de la chaîne lourde d'IgG1 humaine ou un fragment de celle-ci se liant à la protéine A. 20
5. Procédé pour la production de protéines de fusion selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'ADN codant pour ces produits de construction est introduit dans un système d'expression de type cellules mammaliennes, et, après expression de la protéine de fusion formée, est purifié par chromatographie d'affinité sur le segment d'immunoglobuline. 25
6. Utilisation des protéines de fusion selon l'une des revendications 1 à 4, pour le diagnostic in vitro. 30

40

45

50

55

***Fig. 1***

121 GTCGCTCGGACGCTCCTGCTCGGCTGGGTCTTCGCCAGGTGGCCGGCGCTTCAGGCACT  
 -----+-----+-----+-----+-----+ 180  
 CAGCGAGCCTGCGAGGACGAGCCGACCCAGAAGCGGGTCCACCGGCCGGAAGTCCGTGA  
 <\*\*\*\*\*  
 Oligonukleotid 1

181 ACAAATACTGTGGCAGCATATAATTTAACTTGGAAATCAACTAATTTCAAGACAATTTTG  
 -----+-----+-----+-----+-----+ 240  
 TGTTTATGACACCGTCGTATATTAAATTGAACCTTTAGTTGATTAAAGTTCTGTAAAAAC  
 \*\*\*\*\*|

=====

Oligonukleotid 2  
 |\*\*\*\*\*>  
 AACTACTGTTTCAGTGTTCAGCAGTGATTCCTCCCGAACAGTTAACCGGAAGAGTACA  
 721 -----+-----+-----+-----+-----+ 780  
 TTGATGACAAAGTCACAAGTTCGTCACTAAGGGAGGGCTTGTCATTGGCCTTCTCATGT

**Fig. 2**

10 30 50  
 G C C C C C C C T C G A G G T C G A C G G T A T C G A T A A G C T T G A T A T C G A A T T C T C T C G G C G A A C C C C  
 70 90 110  
 C T C G C A C T C C C C T C T G G C C G G C C C A G G G C G C C T T C A G C C C A A C C T C C C C A G C C C C A C G G G C  
 130 150 170  
 G C C A C G G A A C C C G C T C G A T C T C G C C G C C A A C T G G T A G A C A T G G A G A C C C C T G C C T G G C C C  
 MetGluThrProAlaTrpPro  
 190 210 230  
 C G G G T C C C G C G C C C G A G A C C G C C G T C G C T C G G A C G C T C C T G C T C G G C T G G G T C T T C G C C  
 ArgValProArgProGluThrAlaValAlaArgThrLeuLeuLeuGlyTrpValPheAla  
 250 270 290  
 C A G G T G G C C G G C G C T T C A G G C A C T A C A A T A C T G T G G C A G C A T A T A A T T T A A C T T G G A A A  
 GlnValAlaGlyAlaSerGlyThrThrAsnThrValAlaAlaTyrAsnLeuThrTrpLys  
 310 330 350  
 T C A A C T A A T T T C A A G A C A A T T T T G G A G T G G G A A C C C A A A C C C G T C A A T C A A G T C T A C A C T  
 SerThrAsnPheLysThrIleLeuGluTrpGluProLysProValAsnGlnValTyrThr  
 370 390 410  
 G T T C A A A T A A G C A C T A A G T C A G G A G A T T G G A A A G C A A A T G C T T T T A C A C A C A G A C A C A  
 ValGlnIleSerThrLysSerGlyAspTrpLysSerLysCysPheTyrThrThrAspThr  
 430 450 470  
 G A G T G T G A C C T C A C C G A C G A G A T T G T G A A G G A T G T G A A G C A G A C G T A C T T G G C A C G G G T C  
 GluCysAspLeuThrAspGluIleValLysAspValLysGlnThrTyrLeuAlaArgVal  
 490 510 530  
 T T C T C T A C C C G G C A G G G A A T G T G G A G A G A C C G G T T C T G C T G G G G A G C C T C T G T A T G A G  
 PheSerTyrProAlaGlyAsnValGluSerThrGlySerAlaGlyGluProLeuTyrGlu  
 550 570 590  
 A A C T C C C C A G A G T T C A C A C C T T A C C T G G A G A C A A C C T C G G A C A G C C A A C A A T T C A G A G T  
 AsnSerProGluPheThrProTyrLeuGluThrAsnLeuGlyGlnProThrIleGlnSer



**Fig. 2** (Fortsetzung)

610                                      630                                      650  
 TTTGAACAGGTGGGAACAAAAGTGAATGTGACCGTAGAAGATGAACGGACTTTAGTCAGA  
 PheGluGlnValGlyThrLysValAsnValThrValGluAspGluArgThrLeuValArg  
  
 670                                      690                                      710  
 AGGAACAACACTTTTCCTAAGCCTCCGGGATGTTTTGGCAAGGACTTAATTTATACACTT  
 ArgAsnAsnThrPheLeuSerLeuArgAspValPheGlyLysAspLeuIleTyrThrLeu  
  
 730                                      750                                      770  
 TATTATTGGAAATCTTCAAGTTCAGGAAAGAAAACAGCCAAAACAACTAATGAGTTT  
 TyrTyrTrpLysSerSerSerSerGlyLysLysThrAlaLysThrAsnThrAsnGluPhe  
  
 790                                      810                                      830  
 TTGATTGATGTGGATAAAGGAGAAACTACTGTTTCAGTGTTCAAGCAGTGATTCCCTCC  
 LeuIleAspValAspLysGlyGluAsnTyrCysPheSerValGlnAlaValIleProSer  
  
 850                                      870                                      890  
 CGAACAGTTAACC CGAAGAGTACAGACAGCCCGGTAGAGTGTATGGGCCAGGAGAAAGGG  
 ArgThrValAsnArgLysSerThrAspSerProValGluCysMetGlyGlnGluLysGly  
  
 910                                      930                                      950  
 GAATTCAGAGAAATATTCTACATCATTGGAGCTGTGGTATTTGTGGTCATCCTTGTC  
 GluPheArgGluIlePheTyrIleIleGlyAlaValValPheValValIleIleLeuVal  
  
 970                                      990                                      1010  
 ATCATCCTGGCTATATCTCTACACAAGTGTAGAAAGGCAGGAGTGGGGCAGAGCTGGAAG  
 IleIleLeuAlaIleSerLeuHisLysCysArgLysAlaGlyValGlyGlnSerTrpLys  
  
 1030                                      1050                                      1070  
 GAGAACTCCCCACTGAATGTTTCATAAAGGAAGCACTGTTGGAGCTACTGCAAATGCTAT  
 GluAsnSerProLeuAsnValSer  
  
 1090                                      1110                                      1130  
 ATTGCACTGTGACCGAGAACTTTTAAGAGGATAGAATACATGGAAACGCAAATGAGTATT  
  
 1150                                      1170                                      1190  
 TCGGAGCATGAAGACCCTGGAGTCAAAAACTCTTGATATGACCTGTTATTACCATTAG

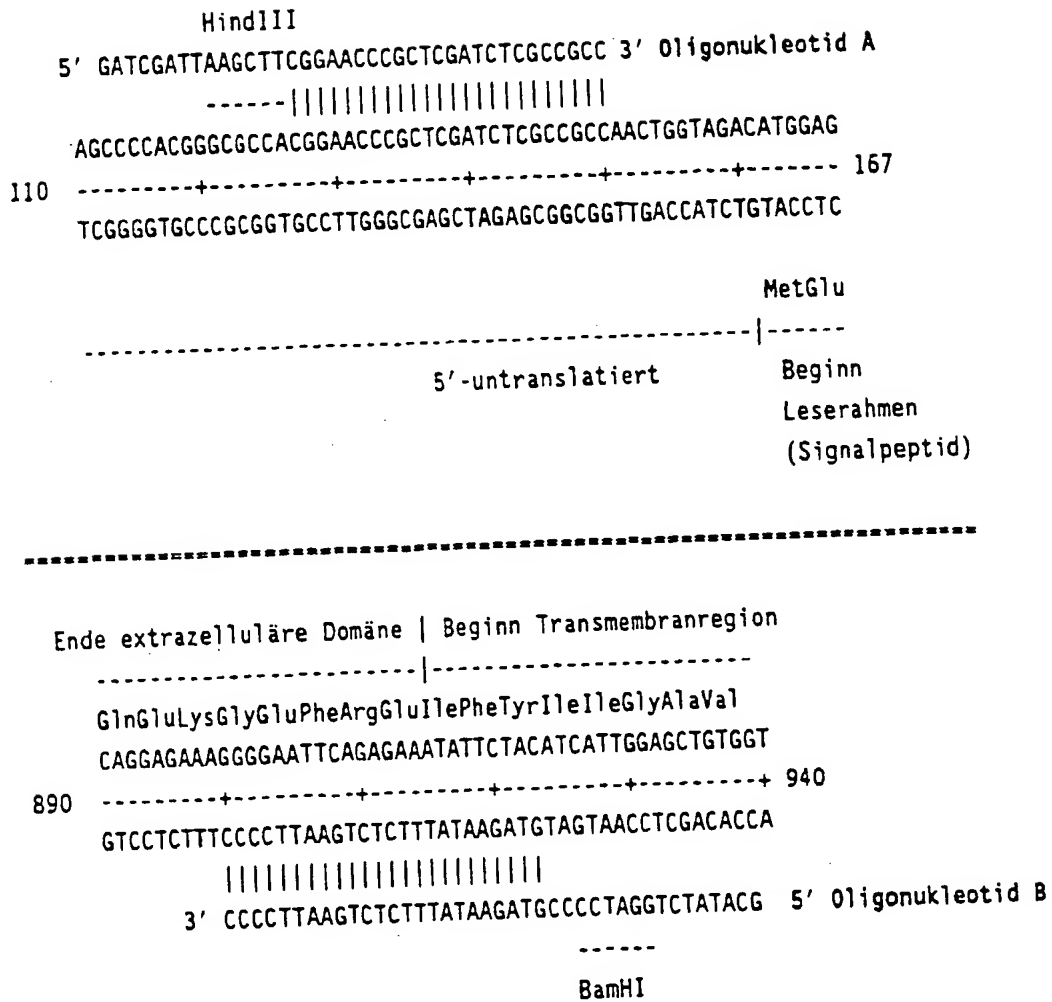
**Fig. 2 (Fortsetzung)**

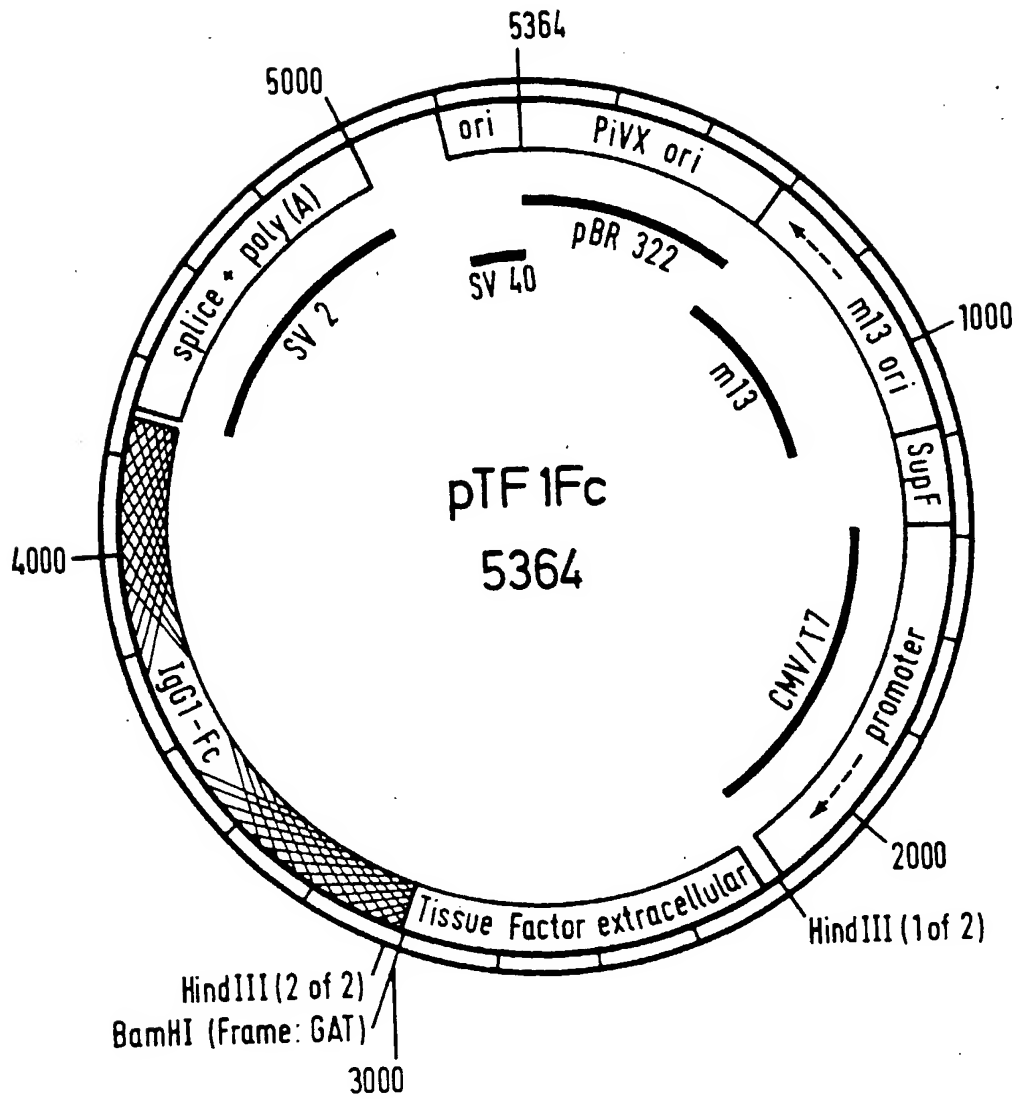
1210	1230	1250
CATTCTGGTTTTGACATCAGCATTAGTCACTTTGAAATGTAACGAATGGTACTACAACCA		
1270	1290	1310
ATTCCAAGTTTAAATTTTAAACACCATGGCACCTTTTGCACATAACATGCTTTAGATTAT		
1330	1350	1370
ATATTCCGCACTTAAGGATTAACCAGGTCGTCCAAGCAAAAACAAATGGGAAAATGTCTT		
1390	1410	1430
AAAAAATCCTGGGTGGACTTTTGAAAAGCTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTGGAGACGGAGTC		
1450	1470	1490
TTGCTCTGTTGCCAGGCTGGAGTGCAGTAGCACGATCTCGGCTCACTTGCACCCTCCGT		
1510	1530	1550
CTCTCGGGTTCAAGCAATTGTCTGCCTCAGCCTCCCGAGTAGCTGGGATTACAGGTGCGC		
1570	1590	1610
ACTACCAGCCAAGCTAATTTTTGTATTTTTTAGTAGAGATGGGGTTTACCATTCTTGGC		
1630	1650	1670
CAGGCTGGTCTTGAATTCCTGACCTCAGTGATCCACCCACCTTGGCCTCCCAAAGATGCT		
1690	1710	1730
AGTATTATGGGCGTGAACCACCATGCCAGCCGAAAAGCTTTTGAGGGGCTGACTTCAAT		
1750	1770	1790
CCATGTAGGAAAGTAAAATGGAAGGAAATTGGGTGCATTCTAGGACTTTTCTAACATAT		
1810	1830	1850
GTCTATAATATAGTGTTTAGGTTCTTTTTTTTTTTCAGGAATACATTTGGAAATTCAAAAC		
1870	1890	1910
AATTGGGCAAACCTTTGTATTAATGTGTTAAGTGCAGGAGACATTGGTATTCTGGGCAGCT		

***Fig. 2 (Fortsetzung)***

1930	1950	1970
TCCTAATATGCTTTACAATCTGCACTTTAACTGACTTAAGTGGCATTAAACATTTGAGAG		
1990	2010	2030
CTAACTATATTTTTATAAGACTACTATACAACTACAGAGTTTATGATTTAAGGTACTTA		
2050	2070	2090
AAGCTTCTATGGTTGACATTGTATATATAATTTTTTAAAAAGGTTTTTCTATATGGGGAT		
2110	2130	2150
TTTCTATTTATGTAGGTAATATTGTTCTATTTGTATATATTGAGATAATTTATTTAATAT		
2170		
ACTTTAAATAAAGGTGACTGGGAATTGTT		

**Fig. 3**





**Fig. 4**

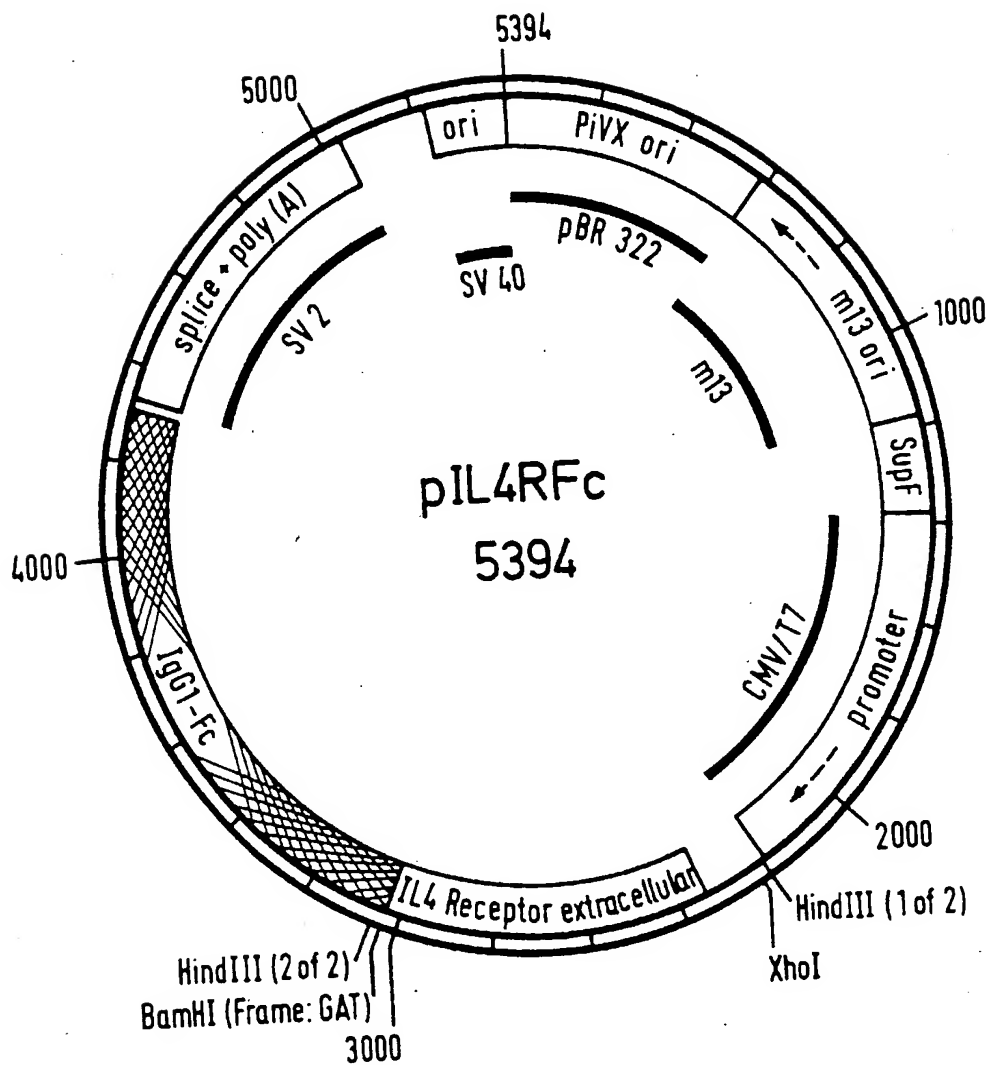
**Fig. 5**

XhoI  
 5' GATCCAGTACTCGAGAGAGAAGCCGGGCGTGGTGGCTCATGC 3' Oligonukleotid A  
 -----||||||||||||||||||||  
 AGAGAAGCCGGGCGTGGTGGCTCATGCCTATAATCCAGCACTTTTGGAGGCTGAGGCGG  
 61 -----+-----+-----+-----+-----+ 120  
 TCTCTCGGCCCGCACCACCGAGTACGGATATTAGGGTCGTGAAAACCTCCGACTCCGCC  
 -----5'-untranslatiert-----  
 GCAGATCACTTGAGATCAGGAGTTCGAGACCAGCCTGGTGCCTTGGCATCTCCAATGGG  
 121 -----+-----+-----+-----+-----+ 180  
 CGCTAGTGAACCTAGTCCTCAAGCTCTGGTCGGACCACGGAACCGTAGAGGGTTACCC  
 -----5'-untranslatiert-----|MetGly

Beginn  
 Leserahmen (Signalpeptid)

-----  
 -----  
 Ende extrazelluläre Domäne | Beginn Transmembranregion  
 -----  
 HisAsnSerTyrArgGluProPheGluGlnHisLeuLeuLeuGlyValSerValSerCys  
 CACAACCTCCTACAGGGAGCCCTTCGAGCAGCACCTCCTGCTGGGCGTCAGCGTTTCCTGC  
 839 -----+-----+-----+-----+-----+ 898  
 GTGTTGAGGATGTCCCTCGGGAAGCTCGTCGTGGAGGACGACCCGAGTCGCAAAGGACG  
 ||||||||||||||||||  
 3' GTGTTGAGGATGTCCCTCGGGAAGCTCGTCCTAGGTACAGTATC 5' Oligonukleotid B

-----  
 BamHI



**Fig. 6**

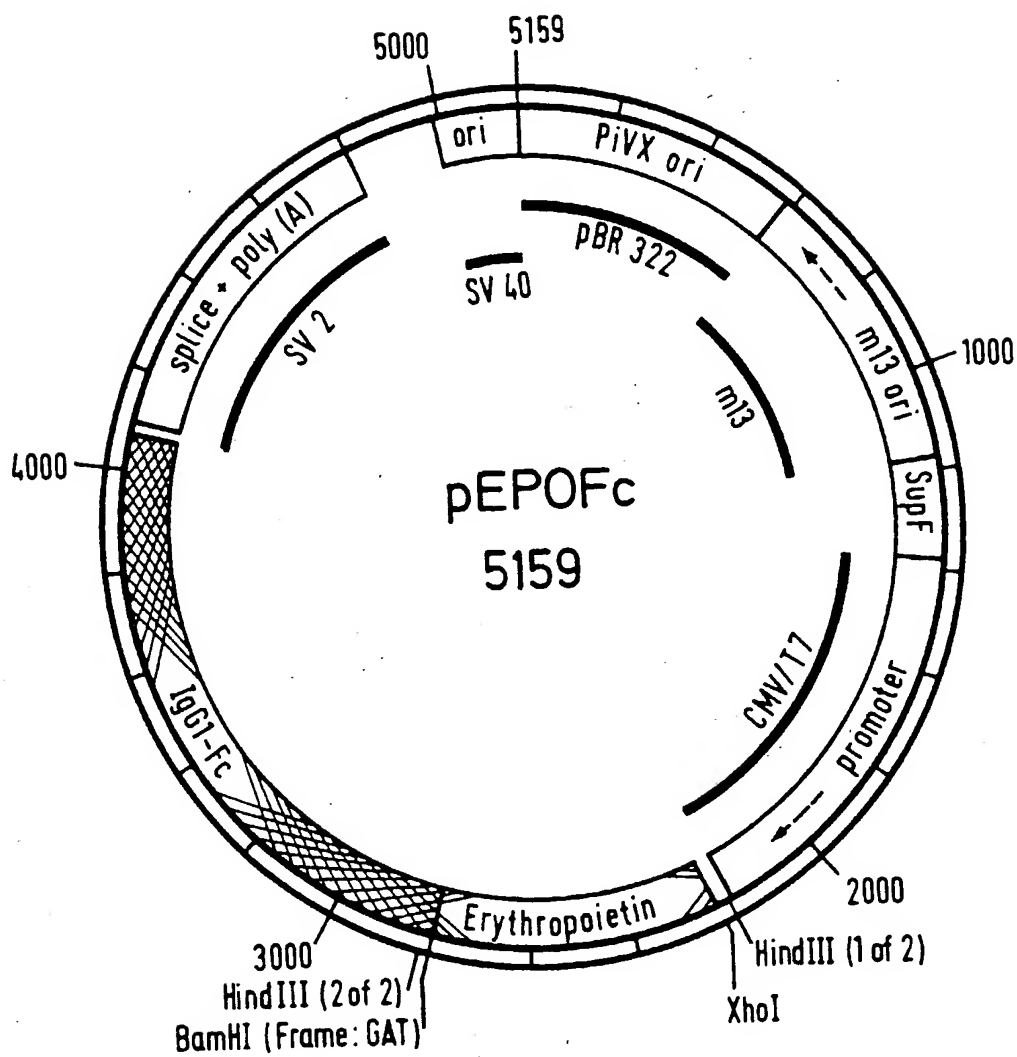
**Fig. 7**

XhoI  
 5' GATCGATCTCGAGATGGGGGTGCACGAATGCCTGCCTGGCTGTGG 3' Oligonukleotid A  
 -----|  
 ATGGGGGTGCACGAATGCCTGCCTGGCTGTGGCTTCTCCTGTCCCTGCTGTGG  
 182 -----+-----+-----+-----+-----+----- 235  
 TACCCCCACGTGCTTACAGGACGGACCGACACCGAAGAGGACAGGGACGACAGC  
 MetGlyValHisGluCysProAlaTrpLeuTrpLeuLeuLeuSerLeuLeuSer -  
 Beginn Leserahmen (Signalpeptid)

-----

Ende Leserahmen-----|  
 LeuTyrThrGlyGluAlaCysArgThrGlyAspArgEnd  
 -----|  
 GCTGTACACAGGGGAGGCCTGCAGGACAGGGGACAGATGACCAGGTGTGTCCACCTGGGC  
 724 -----+-----+-----+-----+-----+----- 783  
 CGACATGTGTCCCTCCGGACGTCTGTCCCTGTCTACTGGTCCACACAGGTGGACCCG  
 |||||  
 3' CGACATGTGTCCCTCCGGACGTCTGTCCCTAGGCTAAGGTC 5' Oligonukleotid B  
 -----  
 BamHI





**Fig. 8**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No. PCT/US85/01542

<b>I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> (If several classification symbols apply, indicate all) <sup>3</sup> According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC C 12 N 15/00 435/172.3		
<b>II. FIELDS SEARCHED</b> Minimum Documentation Searched <sup>4</sup> Classification System   Classification Symbols U.S.   435/108, 172.3, 253, 317 935/29, 40, 41, 60, 73 Documentation Searched other than Minimum Documentation to the extent that such Documents are Included in the Fields Searched <sup>5</sup> CHEMICAL ABSTRACTS DATA BASE 1980-1985 BIOSIS DATA BASE 1969-1985		
<b>III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b> <sup>14</sup>		
Category <sup>6</sup>	Citation of Document, <sup>15</sup> with indication, where appropriate, of the relevant passages <sup>17</sup>	Relevant to Claim No. <sup>18</sup>
Y	U.S., A 4,371,614, Published 01 February 1983, Anderson et al.	1-10
Y	N, AIBA, et al., <u>APPLIED AND ENVIRONMENT MICROBIOLOGY</u> , Vol 43, No. 2, p. 289-297, 1982.	1-10
Y	N, BARTH, et al, J. of <u>BACTERIOLOGY</u> , Vol 135, No. 3, p. 760-765, 1978.	1-10
Y	EPO 0077 196, PUBLISHED 20 APRIL 1983, GENEX CORPORATION	4, 5 and 8
Y	N, FARABAUGH, <u>NATURE</u> , VOL 274, p 765-769, 1978	7 and 8
Y	N, ROBERTS, IN <u>PROMOTERS, STRUCTURES AND FUNCTION</u> , PRAGER PUBLISHERS, NY, NY, (RODRIGUEZ AND CHAMBERLIN, Eds), p 452-461, 1982	2, 3 and 5-8
A	N, TRIBE, et al, <u>APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY</u> , Vol 38, No 2, p 181-190, 1979	1-10
* Special categories of cited documents: <sup>15</sup> "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "Z" document member of the same patent family		
<b>IV. CERTIFICATION</b> Date of the Actual Completion of the International Search <sup>1</sup> November 4, 1985 International Searching Authority <sup>1</sup> ISA/US		Date of Mailing of this International Search Report <sup>1</sup> 15 NOV 1985 Signature of Authorized Officer: <sup>20</sup> J.A. Huleatt <i>[Signature]</i>

**FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM THE SECOND SHEET**

A,	N, GIBSON, et al, <u>BACTERIOLOGICAL REVIEWS</u> , Vol. 32, No. 4, Pt. 2, p 465-492, 1968	1-10
----	---	------

**V. ☐ OBSERVATIONS WHERE CERTAIN CLAIMS WERE FOUND UNSEARCHABLE <sup>10</sup>**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2) (a) for the following reasons:

1. ☐ Claim numbers \_\_\_\_\_, because they relate to subject matter <sup>12</sup> not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claim numbers \_\_\_\_\_, because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out <sup>13</sup>, specifically:

**VI. ☐ OBSERVATIONS WHERE UNITY OF INVENTION IS LACKING <sup>11</sup>**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims of the international application.

2. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims of the international application for which fees were paid, specifically claims:

3. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claim numbers:

4. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, the International Searching Authority did not invite payment of any additional fee.

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by applicant's protest.  
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.